

Analiza bayesowska w postępowaniu diagnostycznym u chorych z podwyższonymi wartościami ciśnienia tętniczego

Bayesian analysis in diagnosing origins of elevated blood pressure

Summary

Bayesian analysis is a statistical method that is alternative for traditionally implemented 'frequentist approach'. Bayes' theorem is a formula that shows how existing and subjective beliefs are modified by objective results of diagnostic tests. From mathematical point of view, Bayes' theorem states that the probability of outcome occurrence after new information is obtained, called a posteriori probability, depends directly on an a priori probability and the value of likelihood ratio associated with a given test result. Bayesian analysis may be successfully used in everyday clinical practice, also in relation to diagnosis of origins of secondary hypertension. Then, it is based on the results of various diagnostic procedures, including signs and symptoms of the disease, lab findings and imaging techniques. This paper describes usefulness of bayesian analysis in diagnosis of elevated blood pressure values resulting from primary aldosteronism and renal artery stenosis.

key words: bayesian theorem, arterial hypertension, primary aldosteronism, renal artery stenosis

Arterial Hypertension 2008, vol. 12, no 6, pages 401–407.

osób dorosłych w Polsce (w niektórych województwach może dotyczyć prawie połowy dorosłych mieszkańców [1] i podobnego odsetka chorych leczonych w ramach podstawowej opieki zdrowotnej [2]) problem jego diagnostyki i leczenia jest szczególnie istotny. Obok problemów *stricte* medycznych, związanych z obecnością choroby, warto zwrócić uwagę na koszty leczenia chorych z HT, które w Stanach Zjednoczonych szacowane są rocznie na kwotę 37,2 mld USD [3], w Polsce natomiast na około 14 mld PLN [4]. W naszym kraju wartość ta w przeważającej mierze kształtowana jest przez wydatki związane z konsultacjami lekarskimi, hospitalizacjami oraz badaniami diagnostycznymi [4]. Równie ważny jest wpływ obciążenia HT na jakość życia chorych [5]. Udokumentowano, że osoby z podwyższonym ciśnieniem tętniczym w porównaniu z osobami zdrowymi deklarują gorszą jakość życia, wynikającą z obecności objawów chorobowych, problemów związanych z przyjmowaniem leków hipotensyjnych, leczeniem powikłań choroby oraz koniecznością prowadzenia odpowiedniej diagnostyki [6–8]. W przedstawionym kontekście rola właściwego, czyli rzetelnego i racjonalnego, procesu diagnostycznego u osób z obecnym podwyższonym ciśnieniem tętniczym ma niebagatelne znaczenie.

Wstęp

Z uwagi na znaczne rozpowszechnienie nadciśnienia tętniczego (HT, *hypertension*) w populacji

Wnioskowanie bayesowskie

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zainteresowania poprawnością metodologiczną prowadzonych badań naukowych, w tym także umiejętnością stosowania właściwych metod statystycznych. Od tej poprawności zależy bowiem wiarygodność otrzymanych wyników i możliwość przeniesienia ich do praktyki klinicznej [9]. Jednym z rodzajów analizy

Adres do korespondencji: dr med. Łukasz J. Krzych
I Katedra i Oddział Kliniczny Kardiologii, SP SK nr 7
Śląskiego Uniwersytetu Medycznego
ul. Ziołowa 45/47, 40–635 Katowice-Ochojec
tel.: (032) 359–86–11, faks: (032) 252–37–34, e-mail: l.krzych@wp.pl



Copyright © 2008 Via Medica, ISSN 1428–5851

statystycznej danych, często stosowanym w latach 70. ubiegłego wieku, a obecnie mniej popularnym, jest metoda oparta na twierdzeniu o prawdopodobieństwie warunkowym, zaproponowana ponad 200 lat temu przez Thomasa Bayesa. Analiza bayesowska to metoda wnioskowania statystycznego, będąca alternatywą dla tak zwanej analizy tradycyjnej. Podczas gdy druga z metod bazuje na wynikach procedur testowania hipotez o występowaniu różnic międzygrupowych czy zależności między zmiennymi, pierwsza z nich uwzględnia intuicyjne podejście do problemu postawienia właściwego rozpoznania na podstawie wyników nieprzypadkowo zleconych badań [10–15].

Wnioskowanie bayesowskie wykorzystuje się najczęściej w procesie diagnozowania, w którym decyzje podejmowane są na podstawie rezultatów różnego rodzaju testów diagnostycznych, a więc uwzględnia informacje płynące zarówno z badania podmiotowego i przedmiotowego, jak i wyników badań dodatkowych — laboratoryjnych, obrazowych czy patomorfologicznych [10–15]. Twierdzenie Bayesa pozwala na weryfikację dość subiektywnego przypuszczenia na temat istnienia choroby w obliczu znajomości obiektywnych wyników testów diagnostycznych [10–15]. Analiza ta doskonale wpisuje się w proces diagnostyczny prowadzony w codziennej praktyce klinicznej z uwagi na prostotę stosowanych procedur i interpretacji otrzymanych wyników.

Teoria Bayesa mówi, że prawdopodobieństwo występowania choroby (czy innego badanego punktu końcowego), zwanego prawdopodobieństwem *a posteriori* jest wprost proporcjonalnie zależne od wartości wstępnego (wyjściowego) prawdopodobieństwa jej istnienia (tzw. prawdopodobieństwo *a priori*) i wartości współczynnika wiarygodności (LR, *likelihood ratio*) (ryc. 1). Procedury analizy bayesowskiej mają za zadanie ułatwić badaczowi odpowiedź na

pytanie, na ile prawdopodobne jest występowanie choroby (wartość prawdopodobieństwa *a posteriori* jest jak najbliższa 100%) lub jej wykluczenie (prawdopodobieństwo *a posteriori* jest bliskie wartości 0%) u konkretnego pacjenta. Pierwszy scenariusz jest tożsamy z osiągnięciem tak zwanego progu leczenia (*treatment threshold*) i w praktyce osiągany jest, gdy prawdopodobieństwo *a posteriori* przekracza 85–90%, natomiast drugi to przekroczenie tak zwanego progu wykluczenia (*test threshold*), gdy prawdopodobieństwo *a posteriori* jest mniejsze niż 5–15% [15]. Oczywiście w praktyce rzadko udaje się osiągnąć próg wykluczenia (tu: zaniechanie wykonywania dalszych badań i brak leczenia) lub próg leczenia (tu: zaniechanie wykonywania dalszych badań i wdrożenie właściwego leczenia) już po pierwszym teście diagnostycznym, dlatego konieczne bywa zlecenie kolejnych. Wtedy za każdym razem po przeprowadzeniu badania, prawdopodobieństwo *a posteriori* staje się prawdopodobieństwem *a priori* przy zastosowaniu nowego testu.

Jak wspomniano, wartość prawdopodobieństwa istnienia choroby (*a posteriori*) jest zależna od wartości prawdopodobieństwa *a priori* występowania choroby (stopień podejrzenia jej występowania przez lekarza) i wartości wskaźników wiarygodności, oszacowanych dla każdego niezależnie zastosowanego testu diagnostycznego, to znaczy gdy wynik jednego testu nie wpływa na wynik drugiego. Do celnego rozpoznania choroby (czy innego poszukiwanego punktu końcowego), w kontekście analizy bayesowskiej, istotna jest zatem znajomość dwóch wymienionych parametrów.

Prawdopodobieństwo *a priori*

Wartość wstępnego prawdopodobieństwa występowania choroby szacuje się zwykle na podstawie

Twierdzenie Bayesa

$P_{a \text{ posteriori}} \sim P_{a \text{ priori}} \times LR^*$

*LR — wskaźnik wiarygodności

➤ Dla dodatniego wyniku testu diagnostycznego:
LR (+) = czułość / (1 – swoistość)

$P_{a \text{ posteriori}} = \text{czułość} \times P_{a \text{ priori}} / [\text{czułość} \times P_{a \text{ priori}} + (1 - \text{swoistość}) \times (1 - P_{a \text{ priori}})]$

➤ Dla ujemnego wyniku testu diagnostycznego:
LR (–) = (1 – czułość) / swoistość

$P_{a \text{ posteriori}} = (1 - \text{czułość}) \times P_{a \text{ priori}} / [(1 - \text{czułość}) \times P_{a \text{ priori}} + \text{swoistość} \times (1 - P_{a \text{ priori}})]$

Rycina 1. Twierdzenie Bayesa

Figure 1. Bayes's theorem

przesłanek płynących z badania podmiotowego oraz przedmiotowego i z uwagi na wybitnie subiektywny charakter, bywa najczęściej krytykowanym etapem analizy [10–17]. Aby prawdziwie oszacować szanse występowania (słusznie wysunąć podejrzenie istnienia) choroby u danej osoby, nie wystarcza sama wiedza w zakresie jej historii naturalnej, obrazu klinicznego i patomechanizmów oraz doświadczenie kliniczne lekarza, ale także znajomość literatury przedmiotu w odniesieniu do rozpowszechnienia choroby w populacji, czynników ryzyka jej występowania i obserwacji poczynionych przez innych autorów [13, 18]. Prawdopodobieństwo *a priori* jest oceniane dość intuicyjnie. Zaniżenie jego wartości oznacza w praktyce stosowanie nadmiernej liczby testów diagnostycznych i opóźnienie w rozpoczęciu właściwej terapii, podczas gdy odwrotna sytuacja może sprzyjać wdrożeniu niepotrzebnego leczenia u *de facto* zdrowego pacjenta [16]. Dodatkowy element, na który trzeba zwrócić uwagę w diagnostyce różnicowej to fakt, że suma prawdopodobieństw występowania wszystkich chorób wywołujących dany stan kliniczny u badanego pacjenta zawsze wynosi 100% — nie mniej i nie więcej.

Trafność testu diagnostycznego

Epidemiologiczny parametr trafności testu diagnostycznego, jakim jest LR, oblicza się na podstawie znajomości wartości czułości i swoistości badania w rozpoznawaniu choroby, czyli *de facto* zależy od liczby rozpoznań fałszywie dodatnich i fałszywie ujemnych. Wartość LR szacuje się oddzielnie dla dodatniego (LR+) i ujemnego (LR–) wyniku testu diagnostycznego. Im większa wartość LR+, tym większe prawdopodobieństwo *a posteriori* (oczywiście przy stałej wartości prawdopodobieństwa *a priori*). Z kolei malejąca wartość LR– zmniejsza wartość prawdopodobieństwa *a posteriori* (przy tym samym założeniu). Gdy LR+/LR– wynosi 1, prawdopodobieństwo istnienia choroby pozostaje niezmiennione. Ma to miejsce wówczas, gdy czułość i swoistość metody wynoszą po 50% — taki test diagnostyczny jest w praktyce bezwartościowy. W literaturze przedmiotu przyjęto, że wnoszących informacji dostarczają te badania, dla których LR+ są większe niż 2, natomiast LR– mniejsze niż 0,5 [10].

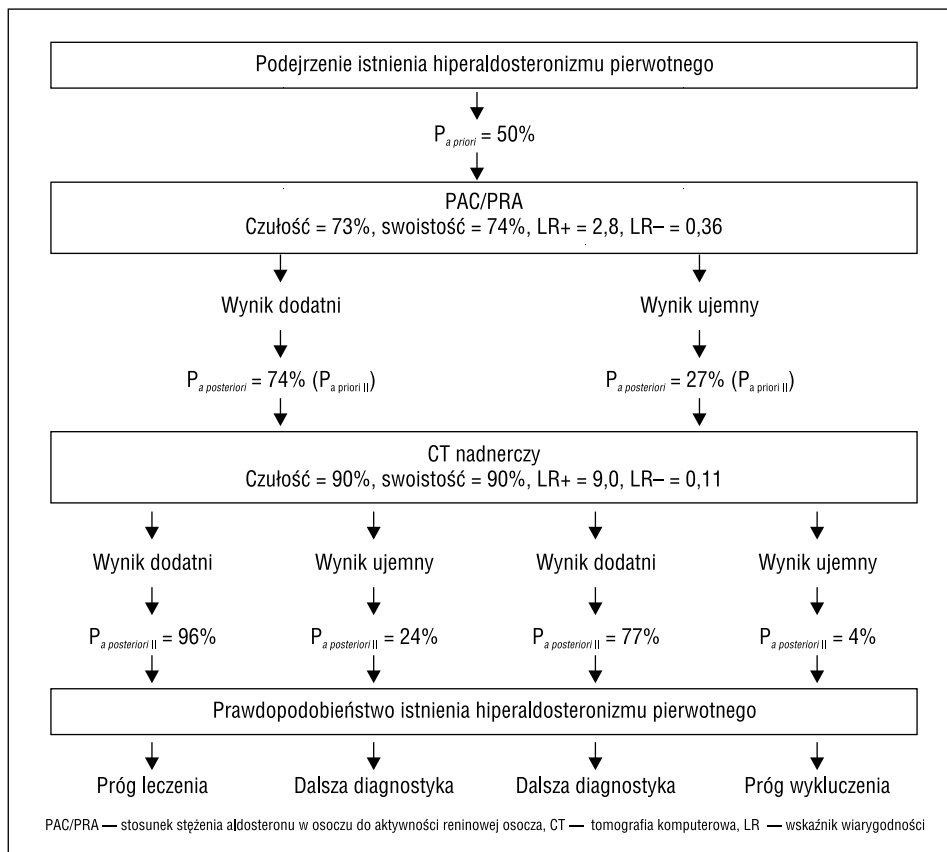
Wtórne nadciśnienie tętnicze

Wyniki badań prowadzonych w celu poznania patogenezы nadciśnienia tętniczego pokazały, że 90–95% przypadków podwyższonego ciśnienia tętniczego ma charakter samoistny, bez uchwytnej przyczy-

ny, natomiast objawowe HT dotyczy co 10. lub nawet co 20. chorego [19]. Do najczęstszych przyczyn wtórnego HT zaliczyć należy u dzieci przede wszystkim koarktację aorty oraz choroby mięszu nerek, podczas gdy u dorosłych w przeważającej mierze za wzrost ciśnienia tętniczego odpowiedzialne są pierwotny hiperaldosteronizm oraz choroby mięszu i naczyń nerkowych [19, 20]. Proces diagnostyki podwyższonego ciśnienia tętniczego może opierać się na dwóch przeciwstawnych algorytmach — wykluczenia wtórnej przyczyny HT (a tym samym rozpoznania pierwotnego HT) lub potwierdzenia objawowej istoty HT (zwłaszcza przy obecnych „charakterystycznych” dla niektórych przypadków przesłankach klinicznych). Poniżej przedstawiono dwa przykłady zastosowania analizy bayesowskiej w diagnostyce wtórnego nadciśnienia tętniczego: spowodowanego hiperaldosteronizmem pierwotnym oraz zwężeniem tętnicy nerkowej. W przypadkach objawowego HT, ma ono z reguły burzliwy charakter, o nagłym początku lub gwałtownym zastrzeniu, jest odporne na leczenie farmakologiczne, są obecne i postępują objawy powikłań narządowych. Obecność czy brak uznanych, środowiskowych i ustrojowych czynników ryzyka pierwotnego HT ma mniejsze znaczenie w procesie diagnostycznym.

Pierwotny hiperaldosteronizm

Pierwotny hiperaldosteronizm podejrzewa się przede wszystkim u pacjenta z podwyższonym ciśnieniem tętniczym, u którego występuje hipokaliemia (nawet w przypadku stosowania diuretyków) i jej kliniczne objawy [21]. Ocenia się, że pierwotny hiperaldosteronizm może dotyczyć nawet co 5. chorego z podwyższonymi wartościami ciśnienia tętniczego [21]. Przyjmijmy, że prawdopodobieństwo (*a priori*) istnienia nadciśnienia na podłożu hiperaldosteronizmu u palącego od 10 lat, 50-letniego, otyłego mężczyzny, z opornym HT, stężeniem potasu wynoszącym 3 mM/l, u którego występują objawy zarówno wysokiego ciśnienia tętniczego, jak i hipokaliemii wynosi 50% (pozostałe 50% zostawmy prawdopodobieństwu istnienia pierwotnego HT i skutkom stosowania diuretyku). Zatem szansa, że HT spowodowane jest hiperaldosteronizmem wynosi 1:1. Badaniem, które może być testem przesiewowym w opisanym przypadku, jest oznaczenie wskaźnika stosunku stężenia aldosteronu w osoczu do aktywności reninowej osocza (PAC/PRA, *plasma aldosterone concentration/plasma renine activity*), którego czułość u osób już stosujących leki hipotensyjne oceniana jest średnio na 73%, a swoistość na 74% [22]. Dla tych parametrów wartości LR+ i LR– wynoszą od-



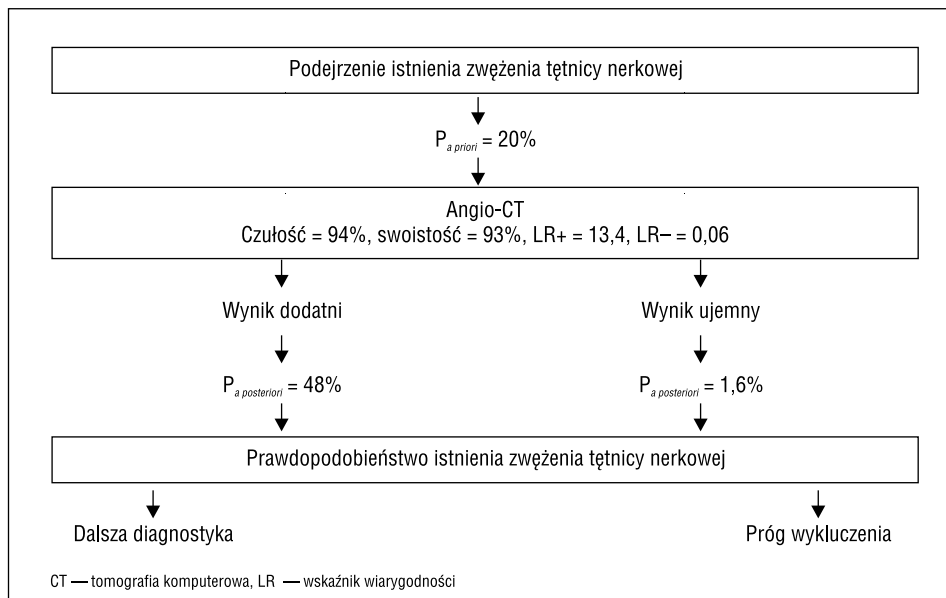
Rycina 2. Algorytm postępowania diagnostycznego w rozpoznawaniu hiperaldosteronizmu pierwotnego
Figure 2. Algorithm in the diagnostic management of primary aldosteronism

powiednio: 2,8 i 0,36. Biorąc od uwagę powyższe dane, prawdopodobieństwo *a posteriori* istnienia pierwotnego hiperaldosteronizmu u badanego pacjenta przy dodatnim wyniku badania wynosi 74%, a przy ujemnym — 27%. Ponieważ w obu przypadkach nie osiągnięto ani progu wykluczenia, ani leczenia, należy zlecić kolejne badanie, które pomoże wyjaśnić przyczynę nadciśnienia, w tym przypadku tomografię komputerową (CT, *computed tomography*) nadnerczy. Czulość i swoistość tego testu w rozpoznawaniu guza nadnercza, będącego przyczyną hiperaldosteronizmu wynoszą po 90% [21]. Otrzymane poprzednio wartości prawdopodobieństwa *a posteriori* (74% i 27%) stają się teraz kolejnym prawdopodobieństwem *a priori*. Na podstawie wymienionych wartości, obliczone dla CT nadnerczy $LR+$ i $LR-$ wynoszą odpowiednio: 9,0 i 0,11. Po przeprowadzeniu badania prawdopodobieństwo istnienia hiperaldosteronizmu pierwotnego wynosi obecnie: przy wstępnym prawdopodobieństwie 74%, dla dodatniego wyniku CT — 96% oraz dla ujemnego wyniku CT — 24%. Przy prawdopodobieństwie wstępnym na poziomie 27% i dodatnim wyniku CT prawdopodobieństwo *a posteriori* wynosi 77%, natomiast

przy ujemnym wyniku CT — 4%. Podsumowując, jedynie otrzymanie dwóch wyników pozytywnych lub negatywnych pozwala, odpowiednio, na potwierdzenie i wykluczenie objawowego charakteru nadciśnienia — osiągnięte zostają bowiem: „próg leczenia” (96%) oraz „wykluczenia” (4%). W pozostałych przypadkach (jeden wynik dodatni i jeden ujemny), lekarz musi rozszerzyć diagnostykę o kolejne badanie, aż do osiągnięcia odpowiedniego „progu” (ryc. 2).

Nadciśnienie naczyniowo-nerkowe

Nadciśnienie tętnicze występujące wtórnie do zwężenia tętnicy nerkowej dotyczy zwykle chorych poniżej 30. lub powyżej 55. roku życia, ma ono gwałtowny przebieg, jest odporne na leczenie farmakologiczne i szybko prowadzi do rozwoju powikłań naczyniowych [23]. Dla zobrazowania postępowania diagnostycznego z wykorzystaniem wnioskowania bayesowskiego, przytoczmy następujący przypadek. Do lekarza zgłasza się 60-letnia, otyła, paląca od 20 lat papierosy chora, od 15 lat chorująca na HT. Chora obciążona jest znacznym ryzykiem sercowo-na-



Rycina 3. Algorytm postępowania diagnostycznego w rozpoznawaniu zwężenia tętnicy nerkowej
Figure 3. Algorithm in the diagnostic management of renal artery stenosis

czyniowym, zarówno jej ojciec, jak i matka chorowali na HT, zmarli z powodu choroby niedokrwiennej serca. Z powodu krytycznego zwężenia implantowano u chorej 5 lat temu stent do gałęzi zstępującej lewej tętnicy wieńcowej. Przed 2 laty implantowano jej układ stymulujący serca z powodu dwukrotnie przeżytych utrat przytomności w przebiegu bradykardii. Chora 3 miesiące temu została przyjęta do szpitala z powodu silnych dolegliwości stenokardialnych. Podczas hospitalizacji rozpoznano u niej nieprawidłową glikemię na czczo oraz stwierdzono nieprawidłową kontrolę ciśnienia tętniczego, mimo stosowania trzech leków hipotensyjnych (w tym diuretyku). W przeprowadzonym rutynowo badaniu ultrasonograficznym jamy brzusznej uwagę lekarza zwróciła dysproporcja wielkości nerek, sięgająca 1,5 cm, bez uchwytnych zaburzeń w przepływie krwi w tętnicach nerkowych. Przedstawiony obraz kliniczny może zatem nasuwać podejrzenie zwężenia tętnicy nerkowej w przebiegu zaawansowanej miażdżycy. Zakładając, iż w populacji chorych z nadciśnieniem tętniczym zaledwie 2% przypadków ma podłoże naczyniowo-nerkowe, wstępne prawdopodobieństwo jego występowania u tej chorej można oszacować najwyżej na 20%. Z uwagi na małą wiarygodność badania ultrasonograficznego (czułość badania dopplerowskiego wynosi 75%, a swoistość 90%, jednak jest znacznie mniejsza u chorych otyłych [24]) i niemożność przeprowadzenia u chorej badania rezonansu magnetycznego (stymulator), nieinwazyjnym badaniem z wyboru test angio-CT. Czuość i swoistość tego testu w rozpoznawaniu stenozy tę-

nicy nerkowej wynoszą odpowiednio: 94% i 93% [24], co przekłada się na wartości LR+ i LR- na poziomie 13,4 oraz 0,06. Biorąc pod uwagę powyższe dane, oszacowane prawdopodobieństwo a posteriori występowania stenozy wynosi dla wyniku dodatniego 48%, a dla ujemnego — 1,6%. W drugim przypadku „próg wykluczenia” został przekroczony — jest wielce nieprawdopodobne, aby stenozą była przyczyną niekontrolowanego nadciśnienia. Natomiast w pierwszym przypadku (dodatni wynik angio-CT), należy przeprowadzić angiografię tętnic nerkowych, której wynik przesądzi o obecności stenozy tętnicy nerkowej i ewentualnie pomoże podjąć decyzję o jej leczeniu [23] (ryc. 3).

Podsumowanie

Z powyższych przykładów wynika, że wnioskowanie bayesowskie może być z powodzeniem stosowane w codziennej praktyce klinicznej w diagnostyce różnicowej nadciśnienia tętniczego. Aby uniknąć dodatkowych obliczeń w celu orientacyjnego ustalenia wartości prawdopodobieństwa a posteriori, przy znanym prawdopodobieństwie wstępnym i wartości wskaźnika wiarygodności, można wykorzystać gotowy normogram, zaproponowany przez Fagana ponad 20 lat temu [25].

Niemniej jednak, stosując ten typ wnioskowania, każdy lekarz powinien być świadomy jego ograniczeń, wynikających przede wszystkim z możliwości złej oceny prawdopodobieństwa a priori, a także trafności zastosowanych testów diagnostycznych [15]. W odniesieniu do błędnego określenia prawdopodo-

bieństwa *a priori* wykazano, że jest ono związane z nieprawidłowym oszacowaniem rozpowszechnienia badanego stanu klinicznego, co skutkuje nieprawidłowym tokiem rozumowania w prowadzeniu diagnostyki różnicowej. Po pierwsze, prawdopodobieństwo istnienia wyjątkowo rzadkiej choroby jest często przeszacowywane, podczas gdy niedoszacowywane jest prawdopodobieństwo najczęściej występujących chorób [15]. Po drugie, wykorzystanie analizy bayesowskiej może się wiązać z przeszacowywaniem prawdopodobieństwa całkowitej szansy „bycia chorym” [17]. W przypadku testów diagnostycznych największy wpływ na otrzymane rezultaty ma profil kliniczny badanych. Jak wykazali Schwartz i Turner [22], trafność wskaźnika PAC/PRA w rozpoznawaniu pierwotnego hiperaldosteronizmu zależy od wielu czynników, w tym stosowanej terapii hipotensyjnej, podaży soli, wymuszonej diurezy oraz wyjściowego stężenia aldosteronu (tab. I). W przypadku zwężenia tętnicy nerkowej na trafność badań obrazowych wpływają natomiast stopień zwężenia naczynia, obecność powikłań narządowych, przyczyna stenozy czy wiek pacjenta (tab. II), co udokumentowali Vasbinder i wsp. [26]. Nie można ponadto zapominać o prawidłowym opracowaniu statystycznym otrzymanych wyników i wiarygodnej ich prezentacji, zgodnie z powszechnie uznanymi standardami [9, 27].

Streszczenie

Analiza bayesowska to metoda wnioskowania statystycznego, będąca alternatywą dla tzw. analizy tradycyjnej. Twierdzenie Bayesa pozwala na weryfikację subiektywnego przypuszczenia na temat istnie-

Tabela I. Wpływ profilu klinicznego badanych na trafność wskaźnika PAC/PRA w rozpoznawaniu hiperaldosteronizmu pierwotnego, na podstawie Schwartz i Turner [22]

Table I. Influence of subjects' clinical profile on diagnostic accuracy of PAC/PRA ratio in diagnosing primary aldosteronism, based on the findings of Schwartz i Turner [22]

	Parametr kliniczny		Trafność diagnostyczna	
	Czułość	Swoistość	LR+	LR-
Podaż sodu	Czułość	93%		
	Swoistość	71%		
	LR+		3,2	
	LR-		0,1	
Diureza wymuszona furosemidem	Czułość	73%		
	Swoistość	84%		
	LR+		4,4	
	LR-		0,32	
Brak stosowanego hipotensyjnego leczenia farmakologicznego	Czułość	87%		
	Swoistość	75%		
	LR+		3,4	
	LR-		0,18	
	PAC/PRA 0–10		LR	0,12
	PAC/PRA 10–15			0,41
	PAC/PRA 15–20			2,9
	PAC/PRA 20–25			5,0
	PAC/PRA 25–30			13,0
	PAC/PRA > 30			2,4
Stosowane hipotensyjne leczenie farmakologiczne	Czułość	73%		
	Swoistość	74%		
	LR+		28	
	LR-		0,36	
	PAC/PRA 0–10		LR	0,39
	PAC/PRA 10–15			0,72
	PAC/PRA 15–20			7,0
	PAC/PRA 20–25			13,0
	PAC/PRA > 25			3,6

PAC/PRA — stosunek stężenia aldosteronu w osoczu do aktywności reninowej osocza, LR — wskaźnik wiarygodności

Tabela II. Wpływ profilu klinicznego badanych na trafność tomografii komputerowej i rezonansu magnetycznego w rozpoznawaniu nadciśnienia naczyniowo-nerkowego, na podstawie Vasbinder i wsp. [26]

Table II. Influence of subjects' clinical profile on diagnostic accuracy of computed tomography and magnetic resonance imaging in diagnosing renal artery stenosis, based on the findings of Vasbinder et al. [26]

Parametr kliniczny	Trafność diagnostyczna			
	Tomografia komputerowa		Rezonans magnetyczny	
	Czułość (%)	Swoistość (%)	Czułość (%)	Swoistość (%)
Pacjenci z obecnymi powikłaniami narządowymi	73	89	77	81
Pacjenci > 60. roku życia	77	87	76	75
Pacjenci > 60. roku życia z powikłaniami narządowymi	77	84	79	72
Stenoza na podłożu dysplazji	28	99	22	96
Stenoza na podłożu miażdżycy	77	94	78	88
Stenoza istotna klinicznie ($\geq 70\%$)	62	90	62	81

nia choroby w obliczu znajomości obiektywnych wyników testów diagnostycznych. Z matematycznego punktu widzenia teoria ta mówi, że prawdopodobieństwo występowania badanego punktu końcowego, zwanego prawdopodobieństwem *a posteriori*, jest wprost proporcjonalnie zależne od wartości wstępnego prawdopodobieństwa jego istnienia (tzw. prawdopodobieństwo *a priori*) i wartości współczynnika wiarygodności (*likelihood ratio*). Z analizy bayesowskiej można z powodzeniem korzystać w codziennej praktyce klinicznej, także w odniesieniu do diagnostyki objawowego nadciśnienia tętniczego, bazując na wynikach różnego rodzaju testów diagnostycznych, w tym badania podmiotowego i przedmiotowego oraz badań dodatkowych — laboratoryjnych czy obrazowych. W artykule opisano użyteczność wykorzystania wnioskowania bayesowskiego w rozpoznawaniu podwyższonych wartości ciśnienia tętniczego występujących w przebiegu pierwotnego hiperaldosteronizmu oraz zwężenia tętnicy nerkowej.

słowa kluczowe: analiza bayesowska, nadciśnienie tętnicze, pierwotny hiperaldosteronizm, zwężenie tętnic nerkowych

Nadciśnienie Tętnicze 2008, tom 12, nr 6, strony 401–407.

Piśmiennictwo

1. Tykarski A., Posadzy-Mańczyńska A., Wyrzykowski B. i wsp. Rozpowszechnienie nadciśnienia tętniczego oraz skuteczność jego leczenia u dorosłych mieszkańców naszego kraju. Wyniki programu WOBASZ. *Kardiolog. Pol.* 2005; 63 (supl. IV): S614–S61.
2. Polakowska M., Piotrowski W., Włodarczyk P. i wsp. Program epidemiologiczny oceniający częstość nadciśnienia tętniczego w Polsce w populacji osób dorosłych — program PENT. Część I. Charakterystyka częstości i stopień kontroli nadciśnienia tętniczego. *Nadciśnienie Tętnicze* 2002; 6: 157–166.
3. Mullins C.D., Sikirica M., Seneviratne V. i wsp. Comparisons of hypertension-related costs from multinational clinical studies. *Pharmacoeconomics* 2004; 22: 1001–1014.
4. Hermanowski T., Jaworski R., Czech M. i wsp. Ocena kosztów związanych z występowaniem nadciśnienia tętniczego w Polsce (PENT). *Nadciśnienie Tętnicze* 2001; 5: 83–91.
5. Lawes C.M., Vander Hoorn S., Rodgers A. Global burden of blood-pressure-related disease, 2001. *Lancet* 2008; 371: 1513–1518.
6. Klocek M., Kawecka-Jaszcz K. Quality of life in patients with essential arterial hypertension. Part I: The effect of socio-demographic factors. *Przegl. Lek.* 2003; 60: 92–100.
7. Klocek M., Kawecka-Jaszcz K. Quality of life in patients with essential arterial hypertension. Part II: The effect of clinical factors. *Przegl. Lek.* 2003; 60: 101–106.
8. Szyguła-Jurkiewicz B., Trzeciak P., Michalak A. i wsp. Wpływ nadciśnienia tętniczego na zależną od stanu zdrowia jakość życia u chorych z ostrymi zespołami wieńcowymi bez uniesienia odcinka ST, poddanych chirurgicznej rewaskularyzacji mięśnia sercowego. Obserwacja 2-letnia. *Kardiolog. Pol.* 2006; 3: 275–280.
9. Krzych Ł.J. Interpretacja wyników analizy statystycznej danych. *Kardiolog. Pol.* 2007; 4: 315–321.
10. Gill C.J., Sabin L., Schmid C.H. Why clinicians are natural bayesians. *BMJ* 2005; 330: 1080–1083.
11. Grunkemaier G.L., Payne N. Bayesian analysis: a statistical paradigm for new technology. *Ann. Thorac. Surg.* 2002; 74: 1901–1908.
12. Summerton N. Making a diagnosis in primary care: symptoms and context (Editorial). *Br. J. Gen. Pract.* 2004; 54: 570–571.
13. Dunson D.B. Commentary: Practical advantages of bayesian analysis of epidemiologic data. *Am. J. Epidemiol.* 2001; 153: 1222–1226.
14. Bianchi M.T., Alexander B.M. Evidence based diagnosis: does the language reflect the theory? *BMJ* 2006; 333: 442–445.
15. Krzych Ł.J. Use of Bayesian statistical approach in diagnosing secondary hypertension. *Pol. Arch. Med. Wewn.* 2008; 118: 132–142.
16. Attia J.R., Nair B.R., Sibbritt D.W. i wsp. Generating pretest probabilities: a neglected area in clinical decision making. *MJA* 2004; 180: 449–454.
17. Cahan A., Gilon D., Manor O., Paltiel O. Probabilistic reasoning and clinical decision-making: do doctor overestimate diagnostic probabilities? *Q. J. Med.* 2003; 96: 763–769.
18. Spiegelhalter D.J., Myles J.P., Jones D.R., Abrams K.R. Methods in health service research: An introduction to Bayesian methods in health technology assessment. *BMJ* 1999; 319: 508–512.
19. Oparli S., Zaman M.A., Calhoun D.A. Pathogenesis of hypertension. *Ann. Intern. Med.* 2003; 139: 761–776.
20. Krzych Ł., Szydłowski L. Charakterystyka dzieci z wtórnym nadciśnieniem tętniczym. *Nadciśnienie Tętnicze* 2007; 11: 46–52.
21. Prejbisz A., Pęczkowska M., Januszewicz A., Januszewicz W. Diagnostyka pierwotnego hiperaldosteronizmu — dyskusja wciąż trwa. Część I. *Nadciśnienie Tętnicze* 2004; 8: 205–214.
22. Schwartz G.L., Turner S.T. Screening for primary aldosteronism in essential hypertension: diagnostic accuracy of the ratio of plasma aldosterone concentration to plasma renin activity. *Clin. Chem.* 2005; 51: 386–394.
23. ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease): endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart, Lung, and Blood Institute; Society for Vascular Nursing; TransAtlantic Inter-Society Consensus; and Vascular Disease Foundation. *Circulation* 2006; 113: 463–654.
24. Rountas C., Vlychou M., Vassiou K. i wsp. Imaging modalities for renal artery stenosis in suspected renovascular hypertension: prospective intraindividual comparison of color Doppler US, CT angiography, GD-enhanced MR angiography, and digital subtraction angiography. *Ren. Fail.* 2007; 29: 295–302.
25. Fagan T.J. Letter: Nomogram for Bayes theorem. *N. Engl. J. Med.* 1975; 293: 257.
26. Vabinder G.B., Nelemans P.J., Kessels A.G. i wsp. Accuracy of computed tomographic angiography and magnetic resonance angiography for diagnosing renal artery stenosis. *Ann. Intern. Med.* 2004; 141: 674–682.
27. Whiting P., Rutjes A.W., Reitsma J.B. i wsp. The development of QUADAS: a tool for the quality assessment of studies of diagnostic accuracy included in systematic reviews. *BMC Med. Res. Methodol.* 2003; 3: 25.