

платной основе. Брестский бизнес-центр был зарегистрирован в октябре 1996 года; Гродненский бизнес-центр – в феврале 1998 года. По мере развития проекта МФК постепенно сокращала финансирование бизнес-центров. Тем не менее, МФК по-прежнему проводила обучение с тем, чтобы бизнес-центры могли повысить качество оказываемых услуг и стать со временем полностью независимыми.

Таким образом, Международная финансовая корпорация работает в Беларуси довольно успешно. И это свидетельствует о том, что мы все еще со всеми своими недостатками, являемся привлекательными для иностранных инвесторов.

BOOTSTRAPOWA PROCEDURA WYZNACZANIA PRZEDZIAŁÓW UFNOŚCI DLA WSKAŹNIKA KOSZT – EFEKTYWNOŚĆ

Sylwia Nieszporska

Politechnika Częstochowska, Polska

W dobie obecnych przemian w Polsce związanych z reformą służby zdrowia uzasadnione staje się pytanie: jak gospodarować rozsądnie majątkiem państwa, aby koszty ponoszone na świadczenia medyczne były optymalnie niskie przy jednoczesnym podnoszeniu efektów medycznego leczenia. Problem takim od wielu lat próbuje rozwiązać ekonomia zdrowia, która przy zastosowaniu swoich metod pozwala dokonywać pomiarów efektów leczenia w połączeniu z poniesionymi kosztami [3], [4]. Dlatego pomocnym w analizie tego problemu jest wskaźnik koszt – efektywność (cost – effectiveness ratio).

W swojej pracy pragnę zaprezentować jedną z wielu metod estymacji takiego wskaźnika za pomocą przedziału ufności. Budowa tego przedziału wiązać się będzie z procedurą bootstrapową, która jak dowodzą w swej pracy [5] Tambour i Zethraeus daje podobne rezultaty, co zwykła parametryczna metoda.

1. Podstawowe wielkości

Naszym zadaniem jest stwierdzić, czy należy zastąpić zwyczajowe, stare leczenie T_0 nowym T_1 . W tym celu należy policzyć, albo raczej wyestymować wskaźnik koszt – efektywność.

Niech $C_{i,n}$ oraz $E_{i,n}$ są odpowiednio kosztami i efektami dla N_1 i N_0 pacjentów odpowiednio, zaś C_i i E_i oznaczają średnie dla tych wielkości z próby, a γ_i , ε_i będą prawdziwymi nieobserwowalnymi średnimi. W tej sytuacji prawdziwy wskaźnik koszt – efektywności oznaczony możemy przez

$$\rho = (\gamma_1 - \gamma_0) / (\varepsilon_1 - \varepsilon_0). \quad (1)$$

Oczywiście ρ jest wielością nieznaną, którą jednak można wyestymować opierając się na próbie. Oszacowanie to można uzyskać w sposób następujący:

$$\hat{\rho} = \frac{C_1 - C_0}{E_1 - E_0} \quad (2)$$

Jeżeli ρ okaże się mniejsze od krytycznej wartości wskaźnika koszt – efektywność ρ^* , wówczas przyjmujemy, że nowe leczenie powinno być zastosowane. W przeciwnym wypadku należy pozostać przy wcześniejszych metodach leczenia pacjenta. Dla podjęcia odpowiedniej decyzji musimy skonstruować przedział ufności dla analizowanego wskaźnika.

2. Procedura bootstrapowa

Jedną z możliwych metod otrzymywania przedziału ufności dla wskaźników koszt – efektywność jest zastosowanie techniki bootstrapowej. Oparta będzie ona na metodzie Monte Carlo, która jest postępowaniem mającym na celu znalezienie przybliżonego rozwiązania, bądź przybliżonych wartości szukanych parametrów przy użyciu techniki statystycznego pobierania próby. W naszym przypadku powyższa metoda przedstawia się następująco. Spośród ustalonej liczby pacjentów losujemy ze zwracaniem N_i razy jednego, odnotowujemy odpowiadający mu koszt i efektywność, a następnie dla wszystkich wyników zliczamy pseudo – średnią dla obu zmiennych. Procedurę taką powtarzamy B razy, otrzymując w ten sposób zbiór bootstrapowych średnich próbkowych.

W celu zweryfikowania hipotezy dotyczącej kosztów, efektów i wskaźnika koszt – efektywność musimy posiadać statystykę, która nam to zadanie ułatwi. Oznaczmy ją przez θ , a jej estymator przez $\hat{\theta}$. W bootstrapowej procedurze opartej na algorytmie Monte Carlo należy przejść pięć etapów, które prowadzą do obliczenia estymatora $\hat{\theta}$ takiej statystyki.

1) Zliczanie średnich próbkowych dla kosztów i efektów:

$$\hat{\theta}_c = C_i = \frac{1}{N_i} \sum_{n=1}^{N_i} C_{i,n} \quad (3)$$

$$\hat{\theta}_e = E_i = \frac{1}{N_i} \sum_{n=1}^{N_i} E_{i,n}, \quad \text{gdzie } i = 0, 1. \quad (4)$$

2) Obliczanie korekt związanych z małą próbą:

$$\tilde{C}_{i,n} = C_{i,n} \sqrt{\frac{N_i}{N_i - 1}} + \hat{\theta}_c \left(1 - \sqrt{\frac{N_i}{N_i - 1}}\right) \quad (5)$$

$$\tilde{E}_{i,n} = E_{i,n} \sqrt{\frac{N_i}{N_i - 1}} + \hat{\theta}_e \left(1 - \sqrt{\frac{N_i}{N_i - 1}}\right), \quad \text{gdzie } i = 0, 1. \quad (6)$$

Uwzględnienie tego kroku motywowane jest przez Atkinsona i Wilsona faktem uniknięcia błędu pierwszego rodzaju dla małych prób [1].

3) Losujemy ze zwracaniem N_1 i N_0 ze zbiorów $I_1 = \{1, 2, \dots, N\}$ oraz $I_0 = \{1, 2, \dots, N_0\}$. Niech I^{*b} oznacza wektor numerów identyfikacji pacjenta w bootstrapowej próbie b . Zatem I^{*b1} oznacza indeks pacjenta poddanego leczeniu 1 w próbie b . Zauważmy także, że ten sam indeks jest użyty dla kosztów i efektów w leczeniach $i = 0, 1$. Motywowane to jest możliwością występowania niezerowej korelacji między kosztami i efektami dla każdego pacjenta. Oznacza to, że mogą istnieć pewne powiązania, relacje między kosztami i efektami. Jeżeli wyklucza się istnienie takiej niezerowej korelacji, wówczas można wysunąć fałszywe wnioski dotyczące samego wskaźnika koszt – efektywność.

4) Obliczanie bootstrapowych różnic próbkowych oraz średnich dla wskaźnika koszt – efektywność:

$$\hat{\theta}_c^{*b} = \frac{1}{N_1} \sum_{n=1}^{N_1} \tilde{C}_{1,n}^{*b} - \frac{1}{N_0} \sum_{n=1}^{N_0} \tilde{C}_{0,n}^{*b}, \quad (7)$$

$$\hat{\theta}_e^{*b} = \frac{1}{N_1} \sum_{n=1}^{N_1} \tilde{E}_{1,n}^{*b} - \frac{1}{N_0} \sum_{n=1}^{N_0} \tilde{E}_{0,n}^{*b}, \quad (8)$$

oraz

$$\hat{\theta}_p^{*b} = \frac{\frac{1}{N_1} \sum_{n=1}^{N_1} \tilde{C}_{1,n}^{*b} - \frac{1}{N_0} \sum_{n=1}^{N_0} \tilde{C}_{0,n}^{*b}}{\frac{1}{N_1} \sum_{n=1}^{N_1} \tilde{E}_{1,n}^{*b} - \frac{1}{N_0} \sum_{n=1}^{N_0} \tilde{E}_{0,n}^{*b}}. \quad (9)$$

5) Krok 3) i 4) powtarzane są B razy w celu otrzymania zbioru bootstrapowych różnic kosztów i efektów oraz średnich wskaźnika koszt – efektywność.

3. Otrzymywanie przedziału ufności

Najprostszą metodą otrzymania przedziału ufności dla naszego wskaźnika jest uporządkowanie w kolejności rosnącej B statystyk, a następnie odcięcie powiedzmy 5% obserwacji znajdujących się w górnej granicy. Procedura taka pozwoli nam otrzymać 95% przedział ufności.

Ze względu na fakt, że powyższa procedura nie bierze po uwagę oryginalnych estymatorów naszych parametrów, musimy tutaj uwzględnić błąd systematyczny. Jak pokazują Tambour i Zethraeus można uzyskać przedział ufności dla wskaźnika koszt – efektywność przyspieszoną metodą opartą na uwzględnieniu takiego błędu. Różni się ona tym od zwykłej, «procentowej» metody, że daje rezultaty drugiego rzędu dokładności, podczas gdy ta zwykła daje rezultaty pierwszego rzędu dokładności. Dokładność drugiego rzędu oznacza tu, że błąd zbiega do zera w tempie $1/n$, gdzie n oznacza wielkość próby. Jeżeli natomiast rozpatrujemy rezultaty pierwszego rzędu dokładności, błąd taki dąży do zera w tempie $1/(n^{0,5})$.

Jednostronna górna granica przedziału ufności wyznaczonego metodą uwzględniającą błąd systematyczny ograniczona jest przez wartość:

$\hat{\theta}(\alpha_U)$, gdzie

$$\alpha_U = \Phi\left(\frac{\sigma + \Phi^{-1}(1-\alpha)}{1 - a(\sigma + \Phi^{-1}(1-\alpha))}\right). \quad (10)$$

We wzorze tym $\Phi(\dots)$ oznacza dystrybucję rozkładu normalnego. Dla obliczenia granic przedziału ufności metodą uwzględniającą błąd systematyczny, należy wyestymować regulację błędu (σ) oraz wskaźnik przyspieszenia (a). Tak więc:

$$\hat{\sigma} = \Phi^{-1}\left(\frac{\#\{\theta < \theta\}}{B}\right), \quad (11)$$

zaś a może być wyestymowane za pomocą wartości obliczonej metodą jack – knife:

$$\theta_N = \frac{1}{K-1} \sum_{i=1}^K \theta_i, \text{ gdzie } K = N_1 + N_0. \quad (12)$$

Zatem:

$$a = \frac{\sum_{N=1}^K (\theta - \theta_N)^3}{6 \left[\sum_{N=1}^K (\theta - \theta_N)^2 \right]^{3/2}}. \quad (13)$$

Nasz wskaźnik przyspieszenia odzwierciedla tempo zmian standardowego błędu θ z uwzględnieniem prawdziwej wartości parametru θ . Jeżeli zarówno $a = 0$, jak i $\sigma = 0$, wówczas metoda wyznaczania przedziału ufności uwzględniająca błąd systematyczny pokrywa się ze zwykłą, powszechnie stosowaną w statystyce. W związku z tym «zwykła» metoda jest szczególnym przypadkiem «metody błędu systematycznego». Zatem górne granice przedziału ufności dla obu tych metod są sobie równe.

4. Wnioski

W powyższej pracy przedstawiłam jedną z metod otrzymywania przedziału ufności dla wskaźnika koszt – efektywność. Na podstawie symulacyjnych danych można wykazać, że bootstrapowa metoda wyznaczania takiego przedziału ufności daje podobne rezultaty do innych metod. Co więcej, można wykazać, że daje lepsze rezultaty przy rozpatrywaniu procentowych błędów, które bliskie są przyjętemu poziomowi istotności.

Literatura:

1. Atkinson S. E., Wilson P. W., *Comparing mean efficiency and productivity scores from small samples: a bootstrap methodology*, *Journal of Productivity Analysis*, 1995, 6(2): 137 – 152;
2. Buslenko N., Golenko D., Sobol I., Sragowicz W., Szejder J., *Metoda Monte Carlo*, PWN, Warszawa, 1967.
1. Suchecka J., *Teoretyczne podstawy pomiaru efektywności świadczeń zdrowotnych*, materiały konferencyjne, Zakopane, 1998.

4. Suchecka J., Klepacz H., Małek A., *Analiza danych w ochronie zdrowia – wybrane metody badania efektywności kosztów*,
5. Tambour M., Zethraeus N., *Bootstrap Confidence Intervals For Cost – Effectiveness Ratios: Some Simulation Results*, *Health Economics* 1998, 7: 143 – 147;

ZMIANY W STRUKTURZE ZATRUDNIENIA NA PRZYKŁADZIE WYBRANYCH PLACÓWEK SŁUŻBY ZDROWIA BYŁEGO WOJEWÓDZTWA CZĘSTOCHOWSKIEGO.

ANALIZA STATYSTYCZNA

Agnieszka Strzelecka

Politechnika Częstochowska, Polska

1. Wprowadzenie

Zwiększająca się z każdym rokiem liczba ciężkich wypadków komunikacyjnych, przemysłowych i bytowych oraz pogarszający się stan zdrowia naszego społeczeństwa sprawia, że nieustannie zwiększa się zapotrzebowanie na usługi służby zdrowia.

Postęp wiedzy medycznej stwarza coraz większe możliwości ratowania zdrowia i życia ludzkiego, dlatego też rozpoznanie potrzeb zdrowotnych społeczeństwa i dostosowanie do nich struktury organizacyjnej ochrony zdrowia ma szczególne znaczenie.

Niezwykle istotne jest tutaj osobiste podejście i zaangażowanie pracujących w niej kadr fachowców. Stąd też i zakres działań jakimi obarcza się pracowników służby zdrowia, wykracza daleko poza mury szpitalne i ambulatoryjne, obejmuje środowiska mieszkalne, środowiska pracy, uwarunkowania rodzinne i genetyczne, dotyka sfer społecznych i psychicznych. Rozległe zadania obciążają kadrę lekarską i pomocniczo - lekarską, a także pracowników współdziałających ze służbami medycznymi. Mimo stale rosnącej liczby pracowników zatrudnionych w resorcie zdrowia, niewspółmiernie szybko rozwija się zakres podejmowanych przez nich zadań i oczekiwań społeczeństwa. Wynika to nie tylko z bezwzględnego wzrostu ludności objętej pełnymi bezpłatnymi świadczeniami społecznej służby zdrowia, ale także z dokonujących się przeobrażeń w świadomości społeczeństwa. Nie bez znaczenia jest również proces starzenia się ludności, który powoduje dodatkowe potrzeby w zakresie profilaktyki, leczenia oraz rehabilitacji, a często już tylko opieki.

Należy zwrócić uwagę na poważne trudności kadrowe w dziedzinie opieki zdrowotnej nad ludnością. Przy ogólnie wysokich kwalifikacjach kadr lekarskich i stałym dążeniu do ich stałego podnoszenia następuje relatywne obniżanie poziomu kwalifikacji personelu pomocniczego tj. pielęgniarek, laborantek, które z uwagi na szczególnie niskie uposażenie i związany z tym niski prestiż zawodu stanowią grupę pracowniczą ulegającą stałej dekwalfikacji.