

Krzysztof Czaderny

## HIGH PROSTATE CANCER MORTALITY IN POLAND. A SPATIAL, TEMPORAL AND STRUCTURAL ANALYSIS

### WYSOKA UMIERALNOŚĆ NA NOWOTWORY GRUCZOŁU KROKOWEGO W POLSCE. ANALIZA PRZESTRZENNA, CZASOWA I STRUKTURALNA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Warsaw School of Economics

Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

<sup>2</sup>Maria Skłodowska Curie Institute – Oncology Centre  
Centrum Onkologii – Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie

#### ABSTRACT

**INTRODUCTION.** This study investigates spatial distribution and future trends in prostate cancer mortality in Poland. Since detection of prostate cancer is based on patients' requests (not an invitation system), hypothesis of self-selection of patients was also verified.

**MATERIAL AND METHODS.** Age-period-cohort model was estimated to assess mortality trends. A spatial analysis was performed by Kulldorff's and Moran's tests. Structural equation model was fitted to identify factors influencing decision on participation in prostate cancer screening. Statistical analysis is based on data from the National Cancer Registry for 1980-2014 and a 2014 questionnaire survey of 1,700 men aged 45+.

**RESULTS.** The annual number of registered deaths due to prostate cancer is expected to increase from 4,440 in 2014 to 6,550 in 2030. Prostate cancer mortality in Poland is to a large extent spatially uniform (global Moran's  $I_g=0.066$ ) and was not found to be related to spatial patterns in oral contraceptive use in women which was recently hypothesised. Nevertheless, a Kulldorff's cluster can be identified over the Lubusz and Greater Poland areas for both the 1980-1984 and the 2010-2014 periods ( $p<0.001$ ). The structural equation model showed that the early detection of prostate cancer is influenced mainly by physician's activeness and local availability of healthcare ( $p<0.050$ ). The direct effect of socio-economic status on early detection of prostate cancer is insignificant.

**CONCLUSIONS.** When considering prediction results, one should request more actions aimed at facing the upward trend of deaths, including making research funding in prostate cancer a priority, improving understanding of prostate cancer among males, and offering to patients individualised risk-adapted strategy modelled on the guidelines of the European Association of Urology. Currently, uptake of prostate cancer screening is largely affected by external factors.

**Key words:** *prostate cancer, forecast, spatial clustering, structural equation modelling, early detection*

#### STRESZCZENIE

**WSTĘP.** W artykule poddano analizie rozkład przestrzenny i prognozowane trendy umieralności na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego w Polsce. Ponadto jako że wczesne wykrywanie nowotworów gruczołu krokowego bazuje na zgłoszeniach pacjenckich (nie systemie zaproszeń), weryfikacji poddano hipotezę o autoselekcji pacjentów.

**MATERIAŁ I METODY.** W celu określenia trendów umieralności oszacowano model wiek-okres-kohorta. Analiza przestrzenna została przeprowadzona przy pomocy testów Kulldorffa i Morana. Model równań strukturalnych został oszacowany w celu identyfikacji uwarunkowań decyzji o uczestnictwie we wczesnej diagnostyce nowotworów gruczołu krokowego. Analiza statystyczna bazuje na danych z Krajowego Rejestru Nowotworów za lata 1980-2014 i badania kwestionariuszowego przeprowadzonego w 2014 r. na próbie 1 700 mężczyzn powyżej 45. roku życia.

**WYNIKI.** Przewiduje się wzrost liczby zarejestrowanych zgonów na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego z 4 440 w 2014 r. do 6 550 w 2030 r. Umieralność na nowotwory gruczołu krokowego w Polsce jest w dużym stopniu jednolita przestrzennie (statystyka globalna Morana  $I_g=0,066$ ) i nie wykazuje związku ze wzorami przestrzennymi konsumpcji antykoncepcji doustnej przez kobiety, co było niedawno stawiane jako hipoteza. Możliwe jest jednak wyróżnienie zgrupowania przestrzennego (klastera) Kulldorffa na Ziemi Lubuskiej i w Wielko-

<sup>1</sup> This work was supported by the Maria Skłodowska Curie Institute - Oncology Centre (grant number GW35KC / Artykuł to fragment wyników projektu realizowanego w ramach grantu wewnętrznego Centrum Onkologii – Instytutu im. Marii Skłodowskiej-Curie (numer grantu GW35KC).

© National Institute of Public Health – National Institute of Hygiene / Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny

polsce zarówno dla okresu 1980-1984, jak 2010-2014 ( $p < 0,001$ ). Na podstawie modelu równań strukturalnych pokazano, że wczesna diagnostyka nowotworów złośliwych gruczołu krokowego jest uzależniona głównie od proaktywności lekarza oraz lokalnej dostępności opieki zdrowotnej ( $p < 0,050$ ). Efekt bezpośredni statusu społeczno-ekonomicznego na wczesne wykrywanie nowotworów gruczołu krokowego jest nieistotny statystycznie. **WNIOSKI.** Mając na uwadze wyniki prognoz, za zasadne należy uznać podjęcie starań w kierunku sprostania rosnącym trendom liczby zgonów, włączając priorytetyzację finansowania badań w zakresie nowotworów gruczołu krokowego, zwiększenie świadomości mężczyzn nt. nowotworów gruczołu krokowego i oferowanie zindywidualizowanej strategii postępowania w oparciu o zalecenia Europejskiego Towarzystwa Urologicznego. Wczesna diagnostyka nowotworów gruczołu krokowego jest obecnie uzależniona przede wszystkim od czynników zewnętrznych.

**Słowa kluczowe:** nowotwory złośliwe prostaty, prognoza, klasteryzacja przestrzenna, modelowanie równań strukturalnych, wczesna diagnostyka

## ABBREVIATIONS

autoregressive integrated moving average process ARIMA; computer assisted personal interview CAPI; comparative fit index CFI; root mean square error of approximation RMSEA; Tucker–Lewis index TLI; weighted least squares means and variance adjusted WLSMV.

## INTRODUCTION

In 2014 in Poland, 4,440 men died due to prostate cancer. The upward trend in number of registered prostate cancer deaths is expected to continue until the 2030s, as shown further in Fig. 1. By 2030 number of deaths due to prostate cancer will be higher than the corresponding number for breast cancer. At the same time, urology is not listed among 16 priority areas of medicine by the Minister of Health of Poland (1). Since mass screening for prostate cancer is controversial, any possibilities of primary prevention are of particular interest. Even, if they are possibly linked to lower prostate cancer risk.

The purpose of structural equation modelling was to identify factors influencing early detection of prostate cancer. Since early detection of prostate cancer is based on patients' requests (not an invitation system), self-selection of screening participants can be hypothesised. There is little published evidence on determinants of men's uptake of health services and participation in prostate cancer early detection, in particular. The current study is also another example of application of structural equation modelling in epidemiology, which is not common (2).

## MATERIAL AND METHODS

### Age-period-cohort model

The forecast for prostate cancer mortality is based on the age-period-cohort model (3;4) and microdata from 1980 to 2014. Most common mortality models can be estimated using language of generalised linear

## SKRÓTY UŻYTE W TEKŚCIE I ICH OBJAŚNIENIE

autoregresyjny zintegrowany proces średniej ruchomej (ARIMA); wywiad bezpośredni wspomagany komputerowo (CAPI); porównawczy wskaźnik dopasowania (CFI); pierwiastek średniokwadratowego błędu aproksymacji (RMSEA); wskaźnik Tuckera–Lewisa (TLI); ważone najmniejsze kwadraty ze skorygowaną średnią oraz wariancją (WLSMV).

## WSTĘP

Na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego zmarło w Polsce w 2014 r. 4 440 mężczyzn. Przewiduje się, że rosnący trend liczby rejestrowanych zgonów z powodu nowotworów złośliwych gruczołu krokowego utrzyma się do lat 30., jak pokazano na rycinie 1. Do 2030 r. liczba zgonów na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego przewyższy liczbę zgonów na nowotwory piersi. Jednocześnie urologia nie znajduje się pośród 16 priorytetowych dziedzin medycyny określonych przez Ministra Zdrowia (1). Jako że populacyjne programy przesiewowe w kierunku wczesnego wykrywania nowotworów gruczołu krokowego budzą kontrowersje, możliwości prewencji pierwotnej stanowią przedmiot szczególnego zainteresowania. Także wówczas, gdy owe działania mają tylko prawdopodobny związek z niższym ryzykiem wystąpienia nowotworów gruczołu krokowego.

Celem modelowania równań strukturalnych była identyfikacja czynników warunkujących wczesną diagnostykę nowotworów gruczołu krokowego. Jako że wczesna diagnostyka nowotworów gruczołu krokowego bazuje na zgłoszeniach pacjenckich (a nie systemie zaproszeń), weryfikacji poddano hipotezę o autoselekcji uczestników wczesnej diagnostyki nowotworów gruczołu krokowego. Identyfikacja czynników warunkujących korzystanie mężczyzn z usług zdrowotnych, w tym uczestnictwo w badaniach przesiewowych w kierunku nowotworów gruczołu krokowego, to nieczęsty temat analiz w literaturze. Niniejsze opracowanie to zarazem kolejny przykład aplikacji modelowania równań strukturalnych w epidemiologii, co nie jest powszechne (2).

or non-linear models (5). The R package StMoMo provides tools for fitting stochastic mortality models, including: age-period-cohort model, Lee-Carter model, Renshaw-Haberman model and Cairns-Blake-Dowd model (6). Among these, the following model structure was selected, based on low Akaike and Bayesian information criteria scores. The structure of the age-period-cohort model can be summarised by the following equation:

$$\log m(t, x) = \alpha_x + K_t + \gamma_{t-x},$$

where  $m(t, x)$  is the death rate in year  $t$  of people at age  $x$ ,  $\alpha_x$  is an age function capturing the shape of mortality by age and does not change with time,  $K_t$  and  $\gamma_{t-x}$  are period and cohort effects, respectively. The additive effects of age, period and cohort can be partitioned into linear and non-linear components, by incorporating the constraint that lifetime is the difference between the death and birth times:  $c \equiv t - x$ . In the forecast one assumed that the cohort index  $\gamma_{t-x}$  follows an autoregressive integrated moving average process ARIMA(1,1,0) with drift. For the period index one assumed random walk process with drift. These assumptions are in line with previous research on forecasting using parametric mortality models (6;7).

### Spatial clustering

Mortality clusters were identified using Kulldorff's scan statistic and local Moran's statistic (8;9). Kulldorff's approach tests the hypothesis that there is an elevated risk within a window centred at some point compared with outside it. Applied Kulldorff's scan statistic is based on a Poisson model. Local Moran's statistic indicates the extent of spatial clustering of similar values around a specified area. Moran's approach is used to identify both cold and hot spots. It should be remembered that spatial clusters identified by Moran's statistic only refer to the core of the cold and hot spots. Clustering hypothesis was tested using data from the 1980-1984 and 2010-2014 periods. Mortality prediction and spatial analysis is based on data from the Poland's National Cancer Registry obtained from death certificate collected by the Poland's Central Statistical Office (ICD-10: C61, ICD-9: 185). The Central Statistical Office population projection (10) was used to calculate future numbers of prostate cancer deaths in Poland.

### Structural equation model

Factors influencing early detection of prostate cancer (manifested by rectal examination and prostate-specific blood test) were identified using structural equation model. Structural equation modelling is a statistical approach used to quantify the relationships between latent and observed variables. For example, quality of patient-physician communication, as a variable, cannot be measured directly, but can be

## MATERIAŁ I METODY

### Model wiek-okres-kohorta

Prognoza umieralności na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego została określona na podstawie modelu wiek-okres-kohorta (3;4) i mikrodanych z okresu 1980-2014. Większość typowych modeli umieralności może być estymowanych jako uogólnione modele liniowe i nieliniowe (5). W pakiecie R StMoMo oferowane są narzędzia do estymacji stochastycznych modeli umieralności, włączając: model wiek-okres-kohorta, model Lee-Cartera, model Renshawa-Habermana i model Cairnsa-Blake'a-Dowda (6). Pośród ww. następująca specyfikacja modelu została wybrana na podstawie wartości kryteriów informacyjnych Akaike'a i Schwarza. Specyfikację modelu wiek-okres-kohorta można zobrazować poprzez następujące równanie:

$$\log m(t, x) = \alpha_x + K_t + \gamma_{t-x},$$

gdzie  $m(t, x)$  to umieralność osób w wieku  $x$  w roku  $t$ ,  $\alpha_x$  jest funkcją wieku opisującą zróżnicowanie umieralności według wieku bez uwzględniania dynamiki w czasie, zaś  $K_t$  oraz  $\gamma_{t-x}$  to odpowiednio efekty okresu i kohorty. Addytywne efekty wieku, okresu i kohorty można rozpisać do postaci komponentów liniowych i nieliniowych, uwzględniając tożsamość, że okres życia stanowi różnicę między czasem śmierci i urodzenia:  $c \equiv t - x$ . W prognozie określono, że efekt kohorty  $\gamma_{t-x}$  stanowi autoregresyjny zintegrowany proces średniej ruchomej ARIMA(1,1,0) z dryfem. W przypadku efektu okresu założono proces błędzenia losowego z dryfem. Założenia te zostały przyjęte na podstawie wcześniejszych badań z zakresu prognozowania przy użyciu stochastycznych modeli umieralności (6;7).

### Klasteryzacja przestrzenna

Zgrupowania przestrzenne (klastery) umieralności zidentyfikowano przy pomocy statystyki skanującej Kulldorffa oraz statystyki lokalnej Morana (8;9). W podejściu Kulldorffa testowana jest hipoteza o podwyższonym ryzyku w oknie wyśrodkowanym na określony punkt w przestrzeni względem obszarów poza oknem. Zastosowana statystyka skanująca Kulldorffa bazuje na modelu Poissona. Statystyka lokalna Morana to narzędzie używane w celu stwierdzenia grupowania podobnych wartości zjawiska na określonym obszarze. Podejście Morana używane jest w celu identyfikacji klasteryzacji zarówno wysokich, jak niskich wartości. Należy pamiętać, że klastery zidentyfikowane przy pomocy statystyki Morana stanowią jedynie rdzeń obszarów wysokich i niskich wartości. Hipotezę klasteryzacji testowano na danych za lata 1980-1984 oraz 2010-2014. Zarówno prognoza, jak analiza przestrzenna umieralności bazuje na danych Krajowego Rejestru Nowotworów pochodzących ze świadectw zgonów zbieranych przez Główny Urząd Statystyczny. Prognoza ludno-

treated as a latent variable defined by a set of observed variables. The model was fitted using weighted least squares means and variance adjusted (WLSMV) estimation procedure (11). WLSMV estimator is an appropriate choice for models including discrete indicators. The estimator handles missing data by using pairwise present (4.5% in the current sample). Other frequently used estimators in structural equation modelling are based on the assumption that the data are multivariate normally distributed.

Goodness of fit of the structural equation model was demonstrated by the absolute fit index of root mean square error of approximation (RMSEA) and relative fit measures of comparative fit index (CFI) and Tucker–Lewis index (TLI). RMSEA value below 0.05, CFI and TLI values of 0.95 or higher indicate a good fit of the model (12–14). Reliability of measures of distinguished factors (latent variables) was assessed by Cronbach’s alpha and its ordinal equivalents: McDonald’s alpha and Armor’s theta (15–17). Being the most common measure of internal consistency, Cronbach’s alpha is not appropriate for categorical items (18), as it is based on the Pearson’s correlation matrix. As can be seen in Tab. I, most of the items in the presented model are categorical variables (particularly binary). In most cases, measurement scales demonstrated high levels of reliability of 0.7 or greater. Local availability of health care at the place of residence was calculated for each respondent individually based on data derived from the Local Data Bank by the Poland’s Central Statistical Office.

The structural equation model is based on representative data from the 2014 survey on *Awareness of Cancer and its Prevention*, which was carried out on a random sample of ( $N = 8,000$ ) adults living in Poland. The survey was conducted by computer assisted personal interview (CAPI) during the second half of 2014. The sample was randomly selected from the central electronic population record system (PESEL) using three-stage stratified random sampling. The survey was contracted by the Maria Skłodowska Curie Institute – Oncology Centre. It was financed by the Ministry of Health of Poland within the National Programme for Combating Cancer. The survey questions were focused on awareness of prevention advice of the European Code Against Cancer. For the structural equation model presented further, the investigation is restricted to a subsample of men older than 45 years ( $N = 1,700$ ). The WLSMV estimator provides a good approximation and reliable parameter estimates for this sample size (19).

## RESULTS

### Mortality forecast

The number of registered deaths in Poland due to prostate cancer is expected to grow in the period 2018–2040 the most rapidly among all cancer sites according

ści Głównego Urzędu Statystycznego (10) została użyta do obliczenia przyszłej liczby zgonów z powodu nowotworów złośliwych gruczołu krokowego w Polsce.

### Model równań strukturalnych

Czynniki warunkujące wczesną diagnostykę nowotworów gruczołu krokowego (reprezentowaną przez badanie *per rectum* oraz test swoistego antygenu sterczowego) zostały zidentyfikowane przy pomocy modelu równań strukturalnych. Modelowanie równań strukturalnych to podejście statystyczne wykorzystywane do pomiaru zależności między zmiennymi ukrytymi i obserwowanymi. Dla przykładu zmienna jakości komunikacji pacjenta z lekarzem nie może być mierzona bezpośrednio, powinna być zaś pojmowana jako zmienna ukryta definiowana przy pomocy zbioru zmiennych obserwowanych. Model został oszacowany techniką najmniejszych kwadratów ze skorygowaną średnią oraz wariancją (WLSMV) (11). Estymator WLSMV stanowi dobry wybór dla modeli obejmujących dyskretne zmienne pomiarowe. Braki danych w tej technice estymacji są analizowane parami (4,5% w danej próbie). Inne estymatory często używane w modelowaniu równań strukturalnych bazują na założeniu o wielowymiarowym rozkładzie normalnym danych.

Dobroć dopasowania modelu równań strukturalnych oceniono przy pomocy absolutnej miary dopasowania, pierwiastka średniokwadratowego błędu aproksymacji (RMSEA) oraz relatywnych miar dopasowania, porównawczego wskaźnika dopasowania (CFI) oraz wskaźnika Tuckera–Lewisa (TLI). Wartości RMSEA poniżej 0,05, CFI i TLI równe 0,95 lub więcej stanowią o dobrym dopasowaniu modelu do danych (12–14). Rzetelność wyróżnionych czynników (zmiennych ukrytych) została oceniona przy pomocy współczynnika  $\alpha$  Cronbacha oraz jego porządkowych ekwiwalentów:  $\alpha$  McDonalda oraz  $\vartheta$  Armora (15–17). Będąc najczęściej używaną miarą wewnętrznej spójności,  $\alpha$  Cronbacha nie jest dobrym wyborem dla skal kategoryjnych (18), jako że miara ta bazuje na macierzy korelacji Pearsona. Jak podano w Tab. I, większość wskaźników w prezentowanym modelu to zmienne dyskretne (zwłaszcza binarne). W większości przypadków skale pomiarowe cechuje wysoki stopień rzetelności równy 0,7 lub więcej. Lokalna dostępność opieki zdrowotnej w miejscu zamieszkania została obliczona dla każdego respondenta na podstawie danych z Banku Danych Lokalnych Głównego Urzędu Statystycznego.

Model równań strukturalnych bazuje na danych z badania reprezentacyjnego *Wiedza o nowotworach i profilaktyce*, które zostało przeprowadzone w 2014 r. na próbie losowej ( $N = 8,000$ ) osób dorosłych zamieszkałych w Polsce. Badanie zostało zrealizowane techniką wywiadu bezpośredniego wspomaganego komputerowo (CAPI) w II połowie 2014 r. Próbę dobrano na podstawie Powszechnego Elektronicznego Systemu Ewidencji Ludności (PESEL) w oparciu o losowanie trójstopniowe. Badanie zostało zamówione przez Centrum Onkologii –

to the age-period-cohort model (Fig. 1). Even if the dynamics of the number of deaths is partly determined by changes in prostate cancer detection, alarming is its actual level. Since 2000s a slight decrease in age-adjusted mortality rate of prostate cancer has been observed, however it has been fully offset by the process of population ageing (despite the fact that men constitute only 28% of the Polish population aged 85+).

Instytut im. Marii Skłodowskiej-Curie. Sfinansowało je Ministerstwo Zdrowia w ramach Narodowego Programu Zwalczenia Chorób Nowotworowych. Tematyka badania dotyczyła głównie znajomości rekomendacji z Europejskiego Kodeksu Walki z Rakiem. W celu oszacowania modelu równań strukturalnych przedstawionego dalej, próbę zawężono do podgrupy mężczyzn powyżej 45. roku życia ( $N = 1,700$ ). Technika WLSMV dostarcza dobrych szacunków i rzetelnych oszacowań parametrów dla próby tej wielkości (19).

Table I. Latent and measurement variables included in the structural equation model. Assessment of the scale reliability: (a) Cronbach's alpha, (b) ordinal Cronbach's alpha proposed by McDonald, (c) ordinal Armor's theta. Own calculations based on *Awareness of Cancer and its Prevention* survey

Tabela I. Zmienne ukryte i obserwowane uwzględnione w modelu równań strukturalnych. Ocena rzetelności skali: (a)  $\alpha$  Cronbacha, (b) porządkowa  $\alpha$  Cronbacha zaproponowana przez McDonalda, (c) porządkowa  $\vartheta$  Armora. Obliczenia własne na podstawie wyników badania *Wiedza o nowotworach i profilaktyce*

Latent variable (Zmienna ukryta)	Observed measures of latent variables (Obserwowane mierniki zmiennych ukrytych)	Data type of observed variables	Assessment of scale reliability
Participation in prostate cancer screening ( $\eta_1$ , uczestnictwo we wczesnej diagnostyce nowotworów gruczołu krokowego)	$y_1$ – How many times have you ever had a (rectal) prostate exam by a physician? $y_2$ – How many times have you ever had a prostate-specific antigen (PSA) blood test?	Recoded to binary items (yes/no).	a) 0.84 b) 0.96 c) 0.92
Misinformation about cancer ( $\eta_2$ , słaba wiedza nt. nowotworów)	$y_3$ – Do you agree with the following statements? I am not in danger of cancer, as nobody in my family had cancer. $y_4$ – Do you agree with the following statements? Only old people get ill with cancer. $y_5$ – Do you agree with the following statements? There is no treatment to cure cancer. $y_6$ – Do you agree with the following statements? Cancer should not be treated by surgery.	Three-category variables.	a) 0.75 b) 0.82 c) 0.82
Physician's passivity ( $\zeta_1$ , pasywność lekarza)	$x_1$ – I do not do preventive blood tests, because a doctor does not recommend it. $x_2$ – I do not do preventive urine tests, because a doctor does not recommend it. $x_3$ – I do not do preventive cholesterol tests, because a doctor does not recommend it. $x_4$ – I do not do preventive blood sugar tests, because a doctor does not recommend it. $x_5$ – I do not measure blood pressure for preventing diseases, because a doctor does not recommend it.	Binary items.	a) 0.86 b) 0.95 c) 0.95
Patient-physician communication ( $\zeta_2$ , komunikacja pacjenta z lekarzem)	$x_6$ – Do physicians ask you during medical visits, whether you smoke cigarettes? $x_7$ – Has a doctor ever told you that excessive meat consumption can cause diseases? Yes and it was not connected to my health condition. $x_8$ – Has a doctor ever told you that sunbathing without proper protection can cause diseases? Yes and it was not connected to my health condition.	A five-category variable ( $x_6$ ) and two binary items ( $x_7$ , $x_8$ ).	a) 0.41 b) 0.72 c) 0.74
Socio-economic status ( $\zeta_3$ , status społeczno-ekonomiczny)	$x_9$ – Please rate current material conditions of your household. $x_{10}$ – What level of education have you completed?	A four-category variable ( $x_9$ ) and a five-category variable ( $x_{10}$ ).	a) 0.47 b) 0.78 c) 0.78
Local availability of healthcare ( $\zeta_4$ , lokalna dostępność opieki zdrowotnej)	$x_{11}$ – Number of appointments with a family doctor per capita in the commune (gmina), a respondent lives. $x_{12}$ – Number of appointments with a specialised doctor per capita in the commune (gmina), a respondent lives. $x_{13}$ – Number of clinics per 10,000 residents in the district (powiat), a respondent lives. $x_{14}$ – Number of appointments with any doctor per capita in the district (powiat), a respondent lives.	Continuous variables.	a) 0.80

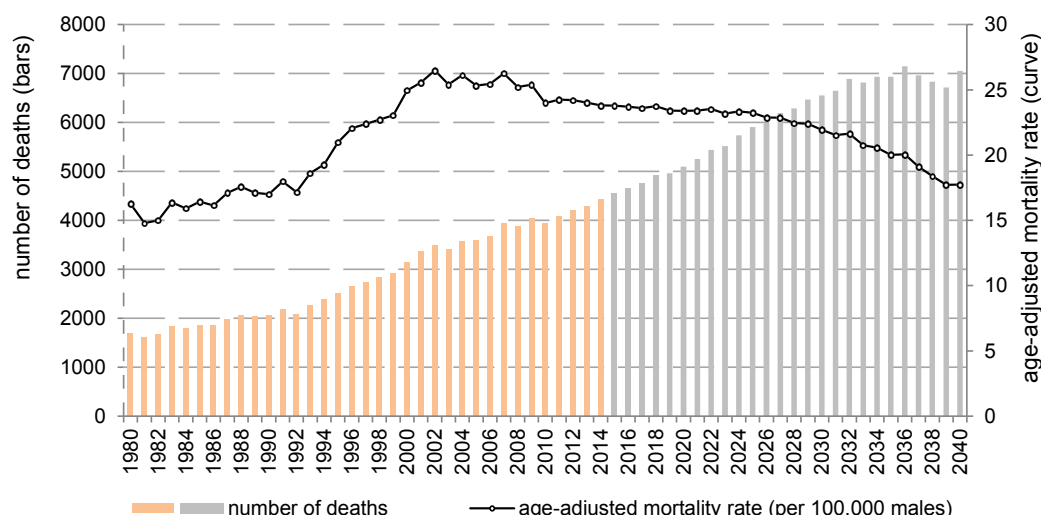


Fig. 1. Prostate cancer mortality in Poland from 1980 and age-period-cohort forecast until 2040. Mortality rates adjusted by one-year age groups in 2014. Own calculations based on National Cancer Registry data

Ryc. 1. Umieralność na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego w Polsce od 1980 r. oraz prognoza do 2030 r. na podstawie modelu wiek-okres-kohorta. Współczynniki umieralności standaryzowane według jednorocznych grup wiekowych za 2014 r. Obliczenia własne na podstawie danych Krajowego Rejestru Nowotworów

### Spatial analysis of mortality

Prostate cancer mortality in Poland is to a large extent spatially uniform (Fig. 2). Only one cluster appeared with the method of Kulldorff for age-adjusted mortality rates in the period 2010-2014 (log-likelihood:  $\ln(\lambda) = 24.3$ ,  $p < (0.001)$ ). The local Moran's test identified for that period no local clusters consisting of at least two observations at the 0.01 significance level. It should be remembered, the local mean for Moran's test statistic includes only neighbouring features. As global Moran's statistic amounts to ( $I_g = 0.064$ ) most of the spatial distribution of prostate mortality values is the result of random spatial processes. Quite contrary, both global Moran's statistic ( $I_g = 0.0677$ ) and Kulldorff's scan statistic ( $\ln(\lambda) = 330.9$ ,  $p < 0.001$ ) show high clustering of lung cancer mortality, which is directly related to tobacco smoking.

Overall, spatial clusters of age-adjusted mortality identified by the Kulldorff's statistic remained similar from 1980-1984 to 2010-2014. They refer to Greater Poland and Lubusz Land. Number of deaths caused by prostate cancer in this cluster in the period of 2010-2014 was equal to 1,022 (compared to 774 expected ones) and in the period 1980-1984 was 213 compared to 137 expected. Colour differences in both maps of age-adjusted mortality rates due to prostate cancer show the trends of prostate cancer mortality in Poland in the last 30 years.

Factors influencing participation in early detection

Male participation in detection of prostate cancer is significantly higher in urban areas, especially those of big cities ( $\phi_c = 0.142$ ,  $p < 0.001$ ). Despite some regional differences, men aged 45+ who have ever had a rectal examination or PSA test are in the substantial

### WYNIKI

#### Prognoza umieralności

Według prognozy wyznaczonej na podstawie modelu wiek-okres-kohorta liczba zarejestrowanych zgonów na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego w Polsce będzie rosła w okresie 2018-2040 najszybciej spośród wszystkich lokalizacji nowotworowych (Ryc. 1.). Nawet wnioskowanie o dynamice wykrywalności nowotworów złośliwych gruczołu krokowego nie zmienia oceny liczby zgonów na nowotwory gruczołu krokowego jako alarmującej. Począwszy od zeszłej dekady obserwuje się pewien spadek standaryzowanego ze względu na wiek współczynnika umieralności na nowotwory gruczołu krokowego, jednak dynamika ta jest całkowicie niwelowana przez procesy starzenia się populacji (i to mimo że mężczyźni stanowią tylko 28% populacji powyżej 85. roku życia).

#### Analiza przestrzenna umieralności

Umieralność na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego w Polsce jest w dużej mierze jednolita przestrzennie (Ryc. 2). Tylko jeden klaster został zidentyfikowany na podstawie algorytmu Kulldorffa na danych o standaryzowanej według wieku umieralności w latach 2010-2014 (logarytm iloraz wiarygodności:  $\ln(\lambda) = 24.3$ ,  $p < (0.001)$ ). Na podstawie lokalnego testu Morana nie zidentyfikowano na poziomie istotności 0,01 zgrupowań przestrzennych złożonych z co najmniej dwóch obserwacji. Należy pamiętać, że lokalna wartość średnia w statystyce Morana jest liczona tylko dla sąsiednich jednostek przestrzennych. Jako że globalna statystyka Morana jest równa ( $I_g = 0.064$ ), można domniemywać, że większość różnicowania przestrzennego umieralności na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego jest wynikiem losowych

minority in every Polish province. According to the guidelines of the European Association of Urology (EAU) (20), PSA testing and rectal examination should be given on a request of an informed man. Since systematic examination of men at risk is not currently recommended, self-selection of patients was hypothesised.

procesów przestrzennych. Dla kontrastu zarówno globalna statystyka Morana ( $I_g = 0.0677$ ), jak statystyka skanująca Kulldorffa ( $\ln(\lambda) = 330.9, p < 0.001$ ) stanowi o wysokiej klasteryzacji umieralności na nowotwory złośliwe płuca, których ryzyko jest bezpośrednio związane z paleniem tytoniu.

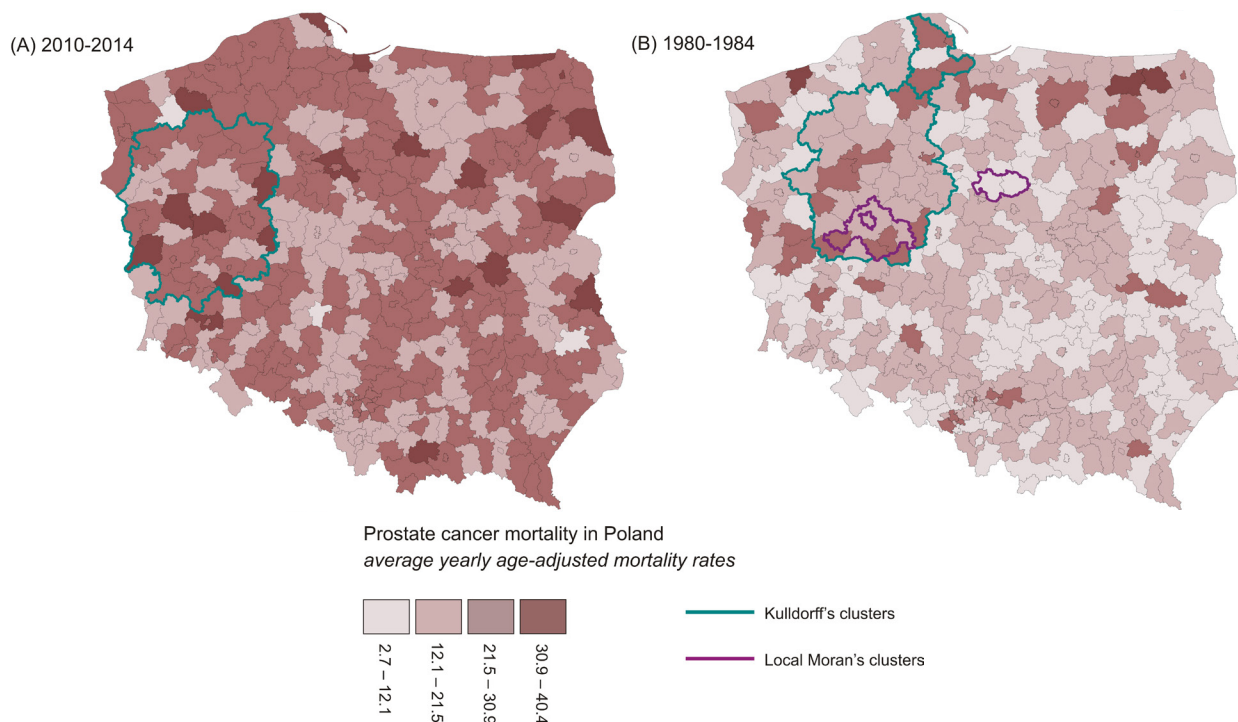


Fig. 2. Geographical distribution of prostate cancer mortality in Poland. Own calculations based on National Cancer Registry data

Ryc. 2. Rozkład przestrzenny umieralności na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego w Polsce. Obliczenia własne na podstawie danych Krajowego Rejestru Nowotworów

Fig. 3 shows the structural equation model. The found specification optimises goodness-of-fit measures. All three fit indices attain desired values for the model ( $RMSEA = 0.044, CFI = 0.971, TLI = 0.965$ ).

The numerical values in Tab. II refer to standardised estimates which give unit variance for each variable. There are strong direct paths from physician's passivity ( $\xi_1$ ) and local availability of healthcare ( $\xi_4$ ) to early detection of prostate cancer ( $\eta_1$ ). Socio-economic status ( $\xi_3$ ) does not have direct effect on early detection of prostate cancer. Total standardised effect of socio-economic status on the outcome is 0.010 with  $p$ -value of 0.106 (Tab. II), which is not very far from significance, however, without a doubt, this construct does not constitute a key factor in the model. One should remember the construct of patient-physician communication does not describe communication on a specific disease (e.g. prostate cancer). If this were the case, the relationship of this variable on early detection of prostate cancer would be much more stronger, but at the same time less interesting.

Zgrupowania przestrzenne standaryzowanej umieralności zidentyfikowane przy pomocy testu Kulldorffa były na ogół położone na podobnych obszarach w okresie 1980-1984 oraz 2010-2014. Były one zrejonizowane w Wielkopolsce i na Ziemi Lubuskiej. Liczba zgonów spowodowanych nowotworami gruczołu krokowego w tym klasterze w okresie 2010-2014 była równa 1 022 (w porównaniu do 774 zgonów oczekiwanych), a w okresie 1980-1984 wynosiła 213 względem 137 oczekiwanych. Różnice barw na obu mapach standaryzowanej umieralności na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego stanowią o trendach umieralności na nowotwory gruczołu krokowego w Polsce w okresie ostatnich 30 lat.

### Czynniki warunkujące wczesną diagnostykę

Uczestnictwo mężczyzn w badaniach diagnostycznych nowotworów gruczołu krokowego jest istotnie większe na obszarach zurbanizowanych, zwłaszcza w dużych miastach ( $\phi_c = 0.142, p < 0.001$ ). Mimo istnienia różnic regionalnych, w każdym z województw zdecydowana mniejszość mężczyzn powyżej 45. roku życia miała dotychczas przeprowadzone badanie *per rectum* lub test PSA. Według Wytycznych Europejskiego Towarzystwa

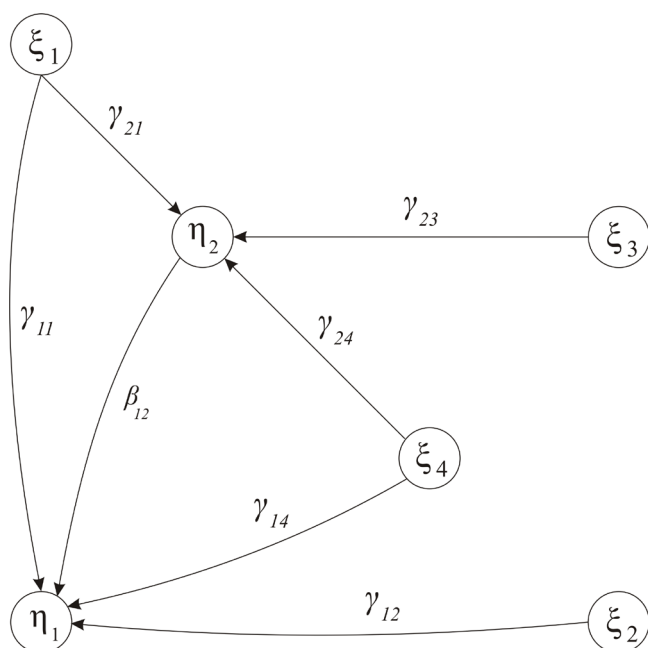


Fig. 3. Path diagram of the structural equation model. Structural part  
The definitions of the latent variables (including symbols) are listed in Tab. I.  
Ryc. 3. Diagram ścieżkowy reprezentujący model równań strukturalnych. Część strukturalna  
Definicje zmiennych ukrytych (włączając symbole) są podane w Tab. I.

Urologicznego (EAU) (20) wykonanie testu PSA oraz badania *per rectum* powinno być świadomą decyzją mężczyzny. Jako że populacyjne badanie mężczyzn w grupie ryzyka nie jest obecnie rekomendowane, zweryfikowano hipotezę o autoselekcji pacjentów.

Ryc. 3 to ilustracja graficzna modelu równań strukturalnych. Zaproponowana specyfikacja optymalizuje wartości miar dobroci dopasowania. Wszystkie trzy wskaźniki dla tego modelu osiągają pożądane wartości ( $RMSEA=0.044$ ,  $CFI=0.971$ ,  $TLI=0.965$ ).

W Tab. II podano wartości współczynników standaryzowanych, które uzyskano, ograniczając wariancję każdej ze zmiennych do jedności. Bierna postawa lekarzy ( $\xi_1$ ) oraz lokalna dostępność opieki zdrowotnej ( $\xi_4$ ) mają silne, bezpośrednie oddziaływanie na wczesną diagnostykę nowotworów gruczołu krokowego ( $\eta_1$ ). Status społeczno-ekonomiczny ( $\xi_3$ ) nie ma bezpośredniego wpływu na wczesną diagnostykę nowotworów gruczołu krokowego. Standaryzowany efekt całkowity zmiennej statusu społeczno-ekonomicznego jest równy 0,010 przy  $p$ -wartości 0,106 (Tab. II), co nie jest nader dalekie od istotności statystycznej, jakkolwiek bez wątpienia konstrukt ten nie jest kluczowym czynnikiem w modelu. Użycie większej liczby zmiennych pomiarowych dla statusu społeczno-ekonomicznego (np. znaczenia ceny przy dokonywaniu zakupów produktów spożywczych) nie zmienia istotnie wartości efektu, obniża jednak rzetelność skali. Należy pamiętać, że konstrukt komunikacji pacjenta z lekarzem nie opisuje wymiany informacji o jednej chorobie (np. nowotwory gruczołu krokowego). Gdyby tak było, związek między tą zmienną a wczesną diagnostyką nowotworów gruczołu krokowego byłby silniejszy, lecz zarazem bardziej oczywisty.

Table II. Standardised direct, indirect and total effects of latent variables on early detection of prostate cancer ( $\eta_1$ ). Own calculations based on *Awareness of Cancer and its Prevention* survey  
Tabela II. Standaryzowane efekty bezpośrednie, pośrednie i całkowite oddziaływania zmiennych ukrytych na wczesną diagnostykę nowotworów gruczołu krokowego ( $\eta_1$ ). Obliczenia własne na podstawie wyników badania *Wiedza o nowotworach i profilaktyce*

	Total effect (efekt całkowity)		Direct effect (efekt bezpośredni)		Indirect effect (efekt pośredni)	
	coefficient	$p$ -value	coefficient	$p$ -value	coefficient	$p$ -value
Misinformation about cancer ( $\eta_2$ , słaba wiedza nt. nowotworów)	-0.071	0.076	-0.071	0.076	–	–
Physician's passivity ( $\xi_1$ , pasywność lekarza)	-0.237	<0.001	-0.228	<0.001	-0.008	0.108
Patient-physician communication ( $\xi_2$ , komunikacja pacjenta z lekarzem)	0.080	0.050	0.080	0.050	–	–
Socio-economic status ( $\xi_3$ , status społeczno-ekonomiczny)	0.010	0.106	–	–	0.010	0.106
Local availability of healthcare ( $\xi_4$ , lokalna dostępność opieki zdrowotnej)	0.151	<0.001	0.143	<0.001	0.008	0.109



## DISCUSSION

According to the predictions presented at the beginning of the article, prostate cancer should become one of the main objectives of fight against cancer in Poland. In 2014, 4.4 thousand Polish men died of prostate cancer. In the 2030s in Poland, this number might exceed 7.0 thousand. The process of male population ageing is expected to offset in absolute terms (and even reverse) decrease in age-adjusted mortality rate of prostate cancer. It may appear incomprehensible, as according to the population projection published by the Central Statistical Office of Poland (10) the number of men aged 85+ in 2030 is going to be twice lower than the corresponding number of women. The importance of population ageing for high prostate cancer mortality and incidence in Poland has been discussed in the literature (21;22). Increase in prostate cancer-specific mortality and incidence observed in Poland in 1990s was also considered to be linked to the improvement of diagnosis, registration and possibly changes in dietary patterns, including excessive consumption of animal fats (22).

Similarly dramatic predictions can be achieved with the prostate cancer incidence data. However, incidence predictions are more biased due to changes in cancer detection and registration. By 2030 more men will die due to prostate cancer than women due to breast cancer, as can be shown using the same source data and methodology. Breast cancer mortality is expected to fluctuate by 2030 around the current level of 6.3 thousand deaths according to the age-period-cohort model and data for 1980-2014 (own calculations).

Compared with other common cancers, the causes of prostate cancer remain poorly explored. However, factors such as diet, sexual behaviour, alcohol consumption, exposure to ultraviolet radiation, chronic inflammation and occupational exposure have been identified as aetiologically important (20). Recently in ecological studies, prostate cancer mortality was found to be correlated with population-based use of female oral contraceptives (23). However, this hypothesis cannot be proved by the county-level data for Poland (Fig. 2). The oral contraceptives sales per woman aged 20-49 (2004-2007, data received from IMS Health) were much lower in Eastern Poland whereas prostate cancer mortality is to a large extent spatially uniform (Pearson's  $r = -0.072$ ). Spatial differences are higher for distribution of prostate cancer incidence than mortality, however similarly, the incidence tends to be the highest in Greater Poland (21).

Controversies of mass prostate cancer screening (24) do not make new preventive measures against prostate cancer impossible. Some strategies for chemoprevention of prostate cancer have been

## DYSKUSJA

Mając na uwadze prognozy prezentowane na początku artykułu, nowotwory gruczołu krokowego powinny stać się jednym z priorytetów walki z rakiem w Polsce. W 2014 r. z powodu nowotworów złośliwych gruczołu krokowego zmarło 4,4 tysiąca polskich mężczyzn. W latach 30. liczba ta może przekroczyć 7,0 tysięcy. Proces starzenia się populacji mężczyzn niweluje w kategoriach bezwzględnych (a nawet odwróci) prognozowany spadek standaryzowanej względem wieku umieralności na nowotwory gruczołu krokowego. Może się to zdawać niezrozumiałe, jako że według prognoz ludności opublikowanych przez Główny Urząd Statystyczny (10) liczba mężczyzn powyżej 85. roku życia w 2030 r. będzie dwukrotnie mniejsza niż analogiczna grupa kobiet. Znaczenie procesów starzenia się populacji dla umieralności i zachorowalności na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego w Polsce było omawiane w literaturze (21;22). Wzrost śmiertelności swoistej oraz zachorowalności na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego obserwowany w Polsce w latach 90. był wiązany również z poprawą diagnostyki, rejestracji oraz możliwie ze zmianami we wzorach żywienia, w tym z nadmiernym spożyciem tłuszczów zwierzęcych (22).

Podobnie niepokojące prognozy można uzyskać na podstawie danych o zachorowaniach na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego. Jakkolwiek prognozy zachorowalności są silniej obciążone na skutek zmian wykrywalności i rejestracji nowotworów. Do 2030 r. więcej mężczyzn będzie umierać z powodu nowotworów złośliwych gruczołu krokowego niż kobiet z powodu nowotworów złośliwych piersi, co można wykazać, używając analogicznej metodologii i danych z tego samego źródła. Na podstawie modelu wiek-okres-kohorta i danych za okres 1980-2014 przewiduje się, że umieralność na nowotwory złośliwe piersi do 2030 r. będzie kształtować się na zbliżonym do obecnego poziomie ok. 6,3 tysięcy zgonów (obliczenia własne).

W porównaniu z innymi częstymi nowotworami złośliwymi, przyczyny nowotworów gruczołu krokowego pozostają słabo zbadane. Jednakże czynniki ryzyka, jak dieta, zachowania seksualne, konsumpcja alkoholu, narażenie na promieniowanie ultrafioletowe, przewlekły stan zapalny i szkodliwe warunki pracy to dobrze zbadane czynniki etiologiczne (20). Niedawno w analizach ekologicznych dowodzą związku korelacyjnego między umieralnością na nowotwory gruczołu krokowego a mierzonym w populacji kobiet przyjmowaniem doustnej antykoncepcji (23). Hipoteza ta nie znajduje jednak potwierdzenia w danych na poziomie agregacji powiatu w Polsce (Ryc. 2). Sprzedaż doustnej antykoncepcji w przeliczeniu na 1 kobietę

proposed (25). However, neither 5-alpha-reductase inhibitors nor statin use have been approved in the EAU Guidelines. Men should be aware of these uncertainties. Secondly, these uncertainties should make research funding in prostate cancer a priority among other cancers, which in terms of financing volume is not the case both in the USA and in Poland. Thirdly, assumption from the EAU Guidelines (20) of a conscious decision of a patient will become more realistic, if accessibility to specialists increase and there is an official source of comprehensive information in local language on prostate health for patients. The least costly option would be a comprehensive internet source on prostate health. It was also suggested that primary care physicians should provide more information to patients on prostate cancer risk management (21).

According to data from the 2014 survey on *Awareness of Cancer and its Prevention*, 70% Polish men aged 45+ have never had rectal examination (subsample of men  $N = 1,700$ ). 75% men aged 45+ have never had prostate-specific antigen (PSA) blood test. This is in line with the results of the survey *Health in the European Union* (EU) on self-reported participation in prostate cancer early detection (Eurobarometer 66.2). In the whole EU most of males aged 45 and over have not had PSA testing for prostate cancer during the previous 12 months. Results from structural equation modelling show that in practice, the decision on participation in prostate cancer screening is mostly affected by doctor's approach to patients and health care availability. This phenomenon can be referred to as the self-selection of screening participants. Knowledge of prostate cancer was shown to be connected with participation in early detection of prostate cancer (26), which is quite intuitive. In the present study latent variable of misinformation about cancer reflects general (not site-specific) knowledge of cancer.

Recommendations for diagnostic evaluation included in the EAU Guidelines involve offering an individualised risk-adapted strategy to informed patients, which is difficult, as many studies on prostate cancer provide inconsistent results. In the last decade prostate cancer prevention programmes were offered in several districts of Poland, including Bełchatów, Brzesko, Dzierżoniów, Kraków, Myślenice and Wągrowiec counties and cities of Bielsko-Biała, Opole and Płock. None of these areas is located in the cluster identified by Kulldorff's scan statistic (Fig. 2). Given the controversies associated with secondary prevention of prostate cancer, the said local programmes were not based on the invitation-reminder system of the eligible group. Participants were invited based on entries from individual patients and e.g. had a possibility to consult a specialist without a referral.

w wieku 20-49 lat (2004-2007, dane uzyskane z IMS Health) była znacznie niższa w Polsce Wschodniej, podczas gdy umieralność na nowotwory gruczołu krokowego była w dużym stopniu jednolita przestrzennie (współczynnik Pearsona  $r = -0.072$ ). Różnice przestrzenne są wyższe w przypadku rozkładu zachorowalności na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego niż umieralności na nie, jednak zachorowalność jest podobnie najwyższa w Wielkopolsce (21).

Kontrowersje wokół populacyjnych badań przesiewowych w kierunku wczesnego wykrywania nowotworów gruczołu krokowego (24) nie czynią zbędnymi nowych działań ukierunkowanych na walkę z nowotworami gruczołu krokowego. Zaproponowano strategię chemioprewencji nowotworów gruczołu krokowego (25). Jakkolwiek ani stosowanie inhibitorów 5-alfa reduktazy, ani statyny nie zostało zarekomendowane w Wytycznych EAU. Mężczyźni powinni być świadomi tych niejasności. Po drugie niespójność wiedzy powinna stanowić o priorytetyzacji finansowania badań w zakresie nowotworów gruczołu krokowego pośród innych schorzeń nowotworowych, co nie ma miejsca ani w St. Zjednoczonych, ani w Polsce. Po trzecie założenie o świadomej decyzji pacjenta z Wytycznych EAU (20) byłoby bardziej realistyczne, gdyby wyższa była dostępność lekarzy specjalistów oraz istniałyby oficjalne źródła szczegółowej informacji nt. zdrowia gruczołu krokowego dla pacjentów w ich rodzimym języku. Najniższym kosztownym wariantem byłoby kompleksowe źródło wiedzy w Internecie nt. zdrowia gruczołu krokowego. Sugerowano również, że lekarze podstawowej opieki zdrowotnej powinni przekazywać pacjentom więcej informacji w zakresie zarządzania ryzykiem związanym z nowotworami gruczołu krokowego.

Według wyników badania ankietowego *Wiedza o nowotworach i profilaktyce* 70% polskich mężczyzn powyżej 45. roku życia nie miało dotychczas wykonanego badania *per rectum* (podpróba  $N = 1,700$  mężczyzn). 75% mężczyzn powyżej 45. roku życia nigdy nie wykonało testu swoistego antygeny sterczowego (PSA). Jest to zgodne z wynikami badania *Sytuacja zdrowotna w Unii Europejskiej* (Eurobarometr 66.2) nt. deklarowanego uczestnictwa w diagnostyce nowotworów gruczołu krokowego. W całej UE większość mężczyzn w wieku powyżej 45. roku życia nie wykonywało w ciągu poprzednich 12 miesięcy testu PSA w kierunku wczesnego wykrywania nowotworów gruczołu krokowego. Wyniki modelowania równań strukturalnych stanowią, że w praktyce decyzja o uczestnictwie we wczesnej diagnostyce nowotworów gruczołu krokowego jest uzależniona głównie od postawy lekarza oraz dostępności usług opieki zdrowotnej. Zjawisko to można nazwać mianem auto-selekcji uczestników wczesnej diagnostyki nowotworowej. Wiedza o nowotworach gruczołu krokowego została wskazana jako czynnik związany

## CONCLUSIONS

The upward trend in prostate cancer mortality in Poland is expected to continue until the 2030s. The annual number of registered deaths due to prostate cancer is expected to increase from 4,440 in 2014 to 6,550 in 2030. The high number of deaths due to prostate cancer reveals need for making research funding in prostate cancer a priority, change of valuation of medical procedures in urology and uro-oncology which will enable development of urological centres, providing high accessibility to specialists and improving understanding of prostate cancer among males. According to the EAU Guidelines, the individualised risk-adapted strategy should be offered to well-informed men (20). In Polish men, the decision on participation in prostate cancer screening is strongly affected by attitude of physicians and health care availability. Need for individualised risk-adapted strategy does not mean that additional measures should not be expected and implemented. Future research in chemoprevention of prostate cancer and expanding knowledge on risk factors should result in a prostate cancer prevention programme which could provide a fair balance for the breast and cervical cancers prevention programmes.

## REFERENCES

1. 2012/1489 Regulation by the Minister for Public Health on identification of priority areas of medicine.
2. Amorim LD, Fiaccone RL, Santos CA, Santos TN, Moraes LT, Oliveira NF et al. Structural equation modeling in epidemiology. *Cad Saude Publica* 2010;26(12):1678-4464.
3. Clayton D, Schiffrers E. Models for temporal variation in cancer rates. II: Age-period-cohort models. *Stat Med* 1987;6(4):469-81.
4. Hobcraft J, Menken J, Preston S. Age, period, and cohort effects in demography: a review. *Popul Index* 1982;48(1):4-43.
5. Currie I. On fitting generalized linear and non-linear models of mortality. *Scand Actuar J* 2016;2016(4):356-383.
6. Villegas AM, Millossovich P, Kaishev VK. StMoMo: An R Package for Stochastic Mortality Modelling. R package 2017. Available from <https://CRAN.R-project.org/package=StMoMo>.
7. Haberman S, Renshaw A. On age-period-cohort parametric mortality rate projections. *Insur Math Econ* 2009;45(2):255-270.
8. Kulldorff M, Nagarwalla N. Spatial disease clusters: detection and inference. *Stat Med* 1995;14(8):799-810.
9. Anselin L. Local Indicators of Spatial Association – LISA. *Geogr Anal* 1995;27(2):93-115.

z uczestnictwem w diagnostyce (26), co jest intuicyjne. W bieżącym opracowaniu zmienna ukryta słabej wiedzy nt. nowotworów odzwierciedla poziom wiedzy o nowotworach ogółem, nie tylko w jednej lokalizacji.

Rekomendacje w zakresie diagnostyki zawarte w Wytycznych EAU stanowią o potrzebie oferowania poinformowanym pacjentom zindywidualizowanej strategii ryzyka. Założenie o świadomej decyzji pacjenta jest mocne, jako że wiele badań nt. nowotworów gruczołu krokowego dostarcza sprzecznych wyników. W ostatniej dekadzie programy prewencji nowotworów gruczołu krokowego były oferowane na kilku obszarach Polski, włączając powiaty bełchatowski, brzeski, dzierzoniowski, krakowski, myślenicki, wągrowiecki oraz miasta Bielsko-Biała, Opole oraz Płock. Żaden z wymienionych obszarów nie jest położony w klasterze zidentyfikowanym na podstawie statystyki Kulldorffa (Ryc. 2). Mając na uwadze kontrowersje związane z prewencją wtórną nowotworów gruczołu krokowego, rzeczony programy nie stanowiły o powołaniu systemu zaproszeń skierowanych do osób w grupie ryzyka. Uczestnikami byli mężczyźni na podstawie dokonanych zapisów, którzy mieli np. możliwość konsultacji specjalistycznej bez konieczności uzyskania skierowania.

## WNIOSKI

Rosnący trend liczby zgonów na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego w Polsce będzie utrzymywać się do lat 30. Roczna liczba zarejestrowanych zgonów na nowotwory złośliwe gruczołu krokowego wzrosnie z 4 440 w 2014 r. do 6 550 w 2030 r. Wysoka liczba zgonów na nowotwory gruczołu krokowego stanowi o potrzebie priorytetyzacji finansowania badań w zakresie nowotworów gruczołu krokowego; zmianie sposobu wyceny świadczeń medycznych w zakresie urologii i uro-onkologii; która pozwoli na rozwój ośrodków urologicznych; zapewnieniu lepszego dostępu do lekarzy specjalistów oraz poprawie rozumienia nowotworów gruczołu krokowego pośród mężczyzn. Według Wytycznych EAU zindywidualizowana strategia ryzyka powinna być oferowana dobrze poinformowanym mężczyznom (20). Pośród polskich mężczyzn decyzja o uczestnictwie we wczesnej diagnostyce nowotworów gruczołu krokowego jest silnie uzależniona od nastawienia lekarza oraz dostępności opieki zdrowotnej. Potrzeba zindywidualizowanej strategii ryzyka nie oznacza, że nie powinno się oczekiwać i podejmować dodatkowych działań prewencyjnych. Przyszłe badania w zakresie chemioprewencji nowotworów gruczołu krokowego oraz pogłębianie wiedzy nt. czynników ryzyka powinny doprowadzić do opracowania programu prewencji nowotworów gruczołu krokowego, który będzie równowagą dla programów prewencji nowotworów piersi i szyjki macicy.

10. Central Statistical Office of Poland. Population projection 2014-2050. 2014.
11. Muthén B. Latent variable structural equation modeling with categorical data. *J Econom* 1983;22(1-2):43-65.
12. Browne M, Cudeck R. Alternative ways of assessing model fit. *Socio Meth Res* 1993;21(2):230-258.
13. Bentler P. On the fit of models to covariances and methodology to the bulletin. *Psychol Bull* 1992;112(3):400-404.
14. Hu L, Bentler P. Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Struct Equ Modeling* 1999;1999(6):1-55.
15. Cronbach L. Coefficient Alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika* 1951;16(3):297-334.
16. McDonald R. Factor analysis and related methods. Hillsdale: Erlbaum; 1985.
17. Armor D. Theta reliability and factor scaling. *Sociol Methodol* 1974;5(1973-1974):17-50.
18. Zumbo B, Gadermann A, Zeisser C. Ordinal versions of coefficients alpha and theta for Likert rating scales, *J Mod Appl Stat Methods* 2007;6(1):21-29.
19. Nussbeck F, Eid M, Lischetzke T. Analysing multitrait-multimethod data with structural equation models for ordinal variables applying the WLSMV estimator: What sample size is needed for valid results? *Br J Math Stat Psychol* 2006;59(Pt 1):195-213.
20. European Association of Urology. Guidelines on prostate cancer. 2016.
21. Bębenek M, Błaszczak J. Czy polskim mężczyznom grozi epidemia raka gruczołu krokowego? *Nowotwory* 2013;63(2):171-175.
22. Dobruch J, Borówka A, Antoniewicz AA, Chłosta P. Epidemiologia raka gruczołu krokowego: zmiany obserwowane w Polsce w latach 1991-2000. *Urol Pol* 2005;58(1):26-30.
23. Margel D, Fleshner NE. Oral contraceptive use is associated with prostate cancer: an ecological study. *BMJ Open* 2011;1(2):e00031.
24. Ilic D, Neuberger MM, Djulbegovic M, Dahm P. Screening for prostate cancer. *Cochrane Database Syst* 2013;31(1):CD004720.
25. Trottier G, Lawrentschuk N, Fleshner NE. Prevention strategies in prostate cancer. *Current Oncology* 2010;17(Suppl 2):S4-S10.
26. Abuadas MH, Petro-Nustas W, Albikawi ZF. Predictors of participation in prostate cancer screening among older men in Jordan. *Asian Pac J Cancer Prev* 2015;16(13):5377-5383.

Received: 20.01.2018

Accepted for publication: 25.05.2018

Otrzymano: 20.01.2018 r.

Zaakceptowano do publikacji: 25.05.2018 r.

**Address for correspondence:**

**Adres do korespondencji:**

Krzysztof Czaderny

Department of Epidemiology and Cancer Prevention

Maria Skłodowska Curie Institute – Oncology Centre

Wawelska 15B, 02-034 Warszawa, Poland

phone +48 692 731 184, email krzysztof.czaderny@coi.pl