

© Borgis

PIOTR WIENIAWSKI, *BOŻENA WERNER

Charakterystyka kliniczna grupy młodzieży z nadciśnieniem tętniczym z wykorzystaniem twarzy Chernoffa jako metody obrazowania wielu zmiennych

Clinical characteristics of the group of adolescents with hypertension with using Chernoff faces as a method of displaying multivariate data.

Klinika Kardiologii Wieku Dziecięcego i Pediatrii Ogólnej, Warszawski Uniwersytet Medyczny
Kierownik Kliniki: prof. dr hab. n. med. Bożena Werner

Summary

Introduction. Chernoff faces, invented by Herman Chernoff in 1973, is a method of displaying multivariate data in the shape of a human face.

Aim. The aim of the study was to characterize the group of adolescents with hypertension identified in the course of screening tests and to display it with the aid of Chernoff faces.

Material and methods. The study group consisted of 690 middle and high school students aged 15-17, from randomly selected Warsaw and sub-Warsaw schools, 366 boys and 324 girls who underwent screening tests (I stage). Among them 40 students were diagnosed with arterial hypertension and qualified for diagnosis in the Department of Cardiology (II stage).

Results. The results were presented graphically using Chernoff faces.

Conclusions. Chernoff faces show the characteristics of small groups of patients differing from each other by a large number of analyzed parameters in much more efficient, effective and interesting way than standard charts and tables.

Keywords

hypertension, Chernoff faces, displaying multivariate data

WSTĘP

Twarze Chernoffa są metodą statystyczną wizualizacji danych zaproponowaną w 1973 roku przez Hermana Chernoffa. W metodzie tej wartości różnych wymiarów prezentowane są przez kształt, wielkość bądź rozmieszczenie poszczególnych elementów twarzy (nos, usta, oczy, brwi itd.) (1-3). Twarze Chernoffa należą do grupy wielowymiarowych wykresów

obrazkowych, które są jedną z najskuteczniejszych technik eksploracyjnej analizy danych.

Podstawową ideą opisywanych wykresów jest przedstawienie indywidualnych jednostek obserwacji, w naszym przypadku pacjentów, za pomocą obiektów graficznych, których własności lub wymiary wartości zmiennych przypisano do zmiennych (zwykle jeden obiekt reprezentuje jeden przypadek). Przypisanie powoduje, że ogólny wygląd obiektu

zmienia się w funkcji konfiguracji wartości. Obiekty stanowią wizualne, unikalne dla każdej konfiguracji „reprezentacje”, które mogą zostać rozpoznane przez obserwatora. Analiza takich obrazków może być pomocna przy odkrywaniu określonych grup zarówno prostych zależności, jak i interakcji pomiędzy zmiennymi. Typowe reprezentacje omawianych wykresów to:

1. Obrazki cykliczne: wykresy gwiazdowe, promieniowe, wielokątne – mają postać „koła ze szprychami”, gdzie wartości zmiennych są reprezentowane przez odległości pomiędzy środkiem a brzegiem wykresu.
2. Obrazki sekwencyjne: obrazki kolumnowe, profilowe, liniowe – w tym przypadku stosowany jest prostszy format, gdzie pojedyncze obrazki to małe wykresy sekwencyjne różnych typów.
3. Obrazki kołowe: wykresy obrazkowe kołowe są czymś pośrednim pomiędzy dwiema poprzednimi kategoriami. Wszystkie obrazki mają tu kształt koła, dzielonego jak tort, według wartości kolejnych zmiennych.
4. Twarze Chernoffa: najbardziej wyrafinowane, ten rodzaj wykresu obrazkowego tworzy w zasadzie samodzielną kategorię (1-6).

Człowiek od pierwszych chwil życia uczy się rozpoznawać i rozróżniać ludzką twarz. Przez całe swoje życie w oka mgnieniu musi rozpoznawać, spoglądając na twarze: rodziny, znajomych lub osób publicznych, musi błyskawicznie rozróżniać twarze osób bliskich od obcych. W mózgu człowieka wykształciły się struktury odpowiedzialne za rozpoznawanie twarzy. Oczywiście istnieje wiele podobnych struktur, jak zdolności manualne, umiejętność prowadzenia samochodu, poczucie estetyki itd., jednak czynność odróżniania od siebie twarzy wydaje się być jedną z najbardziej powszechnych i potrzebnych umiejętności. Właśnie ta właściwość ludzkiego mózgu ma w tym przypadku zastosowanie, dzięki czemu osoba analizująca wykresy (twarze) z łatwością dostrzeże różnice pomiędzy nimi (1-6).

CEL PRACY

Celem pracy było scharakteryzowanie wyodrębnionej w toku badania przesiewowego grupy młodzieży z nadciśnieniem tętniczym oraz zobrazowanie jej za pomocą narzędzia do graficznego przedstawienia wielu zmiennych, jakim są twarze Chernoffa.

MATERIAŁ I METODY

Grupę badaną stanowiło 690 gimnazjalistów i licealistów w wieku 15-17 lat, z losowo wybranych szkół warszawskich i podwarszawskich, 366 chłopców i 324 dziewczynki, u których przeprowadzono badania przesiewowe (I etap badania). U wszystkich uczniów wykonano pomiary ciśnienia tętniczego metodą Korotkowa, zgodnie ze standardami zawartymi w 4. Raporcie Grupy Roboczej do Spraw Diagnostyki i Oceny Leczenia Nadciśnienia Tętniczego u Dzieci i Młodzieży (7). U wszystkich pacjentów zebrano szczegółowy wywiad rodzinny. Wykonano pomiary antropometryczne: wzrost, masa ciała, BMI, pomiar obwodu talii, pomiar obwodu bioder, pomiar obwodu ramienia, wskaźnik talia-biodra – WHR (ang. *waist to hip ratio*) jako stosunek obwodu pasa (mierzonego między dolnym brzegiem łuków żebrowych a talerzami

biodrowymi) do obwodu bioder (w miejscu największego obwodu pośladków, poniżej talerzy biodrowych), wskaźnik obwodu pasa do wysokości ciała – WHtR (ang. *waist to height ratio*), wskaźnik obwodu bioder do wysokości ciała – BAI (ang. *body adiposity index*). Wykonano pomiary grubości fałdu skórno-tłuszczowego pod łopatką, na tylnej powierzchni swobodnie opuszczonego ramienia, w połowie jego długości, grubości fałdu skórno-tłuszczowego na brzuchu w połowie odległości między pępkiem a kolcem biodrowym przednim górnym oraz w 1/3 odległości pomiędzy kolcem biodrowym przednim górnym a spojeniem łonowym.

Z badanej grupy wyodrębniono 40 uczniów z rozpoznaniem nadciśnienia tętniczego, których zakwalifikowano do diagnostyki w Klinice Kardiologii (II etap badania). Na badania specjalistyczne zgłosiło się 26 pacjentów: 15 chłopców i 11 dziewcząt.

U wszystkich pacjentów przyjętych do Kliniki Kardiologii zebrano szczegółowy wywiad, przeprowadzono badanie przedmiotowe, wykonano badania laboratoryjne: morfologia krwi obwodowej, pełny lipidogram (cholesterol całkowity, frakcja HDL, frakcja LDL, trójglicerydy), stężenie glukozy na czczo, w przypadku nieprawidłowej glikemii na czczo – doustny test obciążenia glukozą oraz hemoglobina glikowana, TSH, kreatynina, jonogram (K, Na, Ca, Mg), mocznik, kwas moczowy, aktywność transaminaz wątrobowych: GOT, GPT, badanie ogólne moczu, posiew moczu, mikroalbuminuria w pojedynczej próbce moczu, 24-godzinne monitorowanie ciśnienia tętniczego (ang. *ambulatory blood pressure monitoring* – ABPM), spoczynkowy 12-odprowadzeniowy EKG, rutynowe, przeglądowe zdjęcie klatki piersiowej, wykonano badanie echokardiograficzne z wyliczeniem indeksu masy lewej komory serca (ang. *left ventricular mass index* – LVMI), oftalmoskopową ocenę dna oka, badanie ultrasonograficzne jamy brzusznej z oceną nerek, nadnerczy, aorty brzusznej, przestrzeni zaotrzewnowej oraz ocenę przepływu w tętnicach nerkowych metodą dopplerowską (8, 9).

Podczas interpretacji ABPM uwzględniano następujące parametry: średnie ciśnienie skurczowe w ciągu całej doby, dnia i nocy (ang. *systolic blood pressure* – 24SBP, DSBP, DDBP) i rozkurczowe (ang. *diastolic blood pressure* – 24DBP, NSBP, NDBP), dipp – nocny spadek ciśnienia tętniczego, średnie ciśnienie tętnicze (ang. *mean blood pressure* – MAP, średnie ciśnienie tętnicze), czyli suma ciśnienia rozkurczowego i 1/3 różnicy pomiędzy ciśnieniem skurczowym a rozkurczowym, ładunek ciśnienia tętniczego skurczowego (SPL) i rozkurczowego (DPL), dla okresu dnia (ang. *day systolic pressure load* – DSPL; ang. *day diastolic pressure load* – DDPL) i nocy (ang. *night systolic pressure load* – NSPL; ang. *night diastolic pressure load* – NDPL). Ładunek ciśnienia tętniczego definiowano jako odsetek pomiarów przekraczających 95. centyl dla wzrostu i płci, ciśnienie tętna (ang. *pulse pressure PP* = *SBP* – *DBP*) dla okresu dnia i nocy (DPP, NPP).

Wysokość ciśnienia tętniczego w badaniu ABPM oceniano na podstawie siatek centylowych, rekomendowanych przez American Heart Association (AHA) (10) zaadaptowanych przez Wühl i wsp., za zgodą Lippincott Williams & Wilkins (11). Nadciśnienie tętnicze rozpoznawano w przypadku stwierdzenia

SBP i/lub DBP ≥ 95 . centyla według norm dla płci, wieku i/lub wzrostu. Zgodnie z nową klasyfikacją nadciśnienia tętniczego, opartą na normach ABPM u dzieci i młodzieży, pacjentów z rozpoznaniem nadciśnienia tętniczego kwalifikowano do jednej z dwóch grup: pacjentów z ambulatoryjnym nadciśnieniem tętniczym, u których opisano 24SBP ≥ 95 . centyla i 24SPL pomiędzy 25-50%, a także pacjentów z ciężkim ambulatoryjnym NT, u których opisano 24SBP ≥ 95 . centyla i 24SPL $\geq 50\%$ (10-13).

WYNIKI

Na podstawie 24-godzinnego monitorowania ciśnienia tętniczego (ABPM) rozpoznawano i klasyfikowano nadciśnienie zgodnie z wytycznymi, jako nadciśnienie tętnicze, stan przednadciśnieniowy, nadciśnienie białego fartucha bądź prawidłowe ciśnienie tętnicze. Rozkład klasyfikacji nadciśnienia tętniczego w badanej grupie 26 nastolatków zawarty jest w tabeli 1.

U trzech hospitalizowanych dziewcząt nie potwierdzono nadciśnienia tętniczego. Grupę pacjentów z nadciśnieniem tętniczym ostatecznie stanowiło 23 nastolatków.

Nadciśnienie tętnicze rozpoznano u 7, a nadciśnienie białego fartucha u 11 uczniów.

Dominującą grupę stanowi 8 osób z nadciśnieniem białego fartucha i z otyłością. Odsetek osób otyłych w tej grupie był wyższy niż odsetek osób otyłych z nadciśnieniem tętniczym bądź stanem przednadciśnieniowym (8/11 = 72,7% vs. 5/12 = 41,7%).

W tabeli 2 przedstawiono podział ze względu na klasyfikację ciśnienia tętniczego i kategorię masy ciała według BMI.

Oceniając przerost lewej komory serca na podstawie granicznej wartości 95. centyla indeksu masy lewej komory (LVMI), otrzymano wyniki przedstawione w tabeli 3.

Podejmując próbę scharakteryzowania na jednym wykresie całej grupy pacjentów, z drugiego etapu badania, posłużono się metodą twarzy (ryc. 1). Poszczególne parametry, odzwierciedlane przez różne charakterystyki twarzy ludzkiej, omówiono poniżej.

Wielkość głowy odzwierciedla bezwzględną wysokość ciśnienia tętniczego:

- wysokość twarzy: 24DBP (ang. *diastolic blood pressure*),
- szerokość twarzy: 24SBP (ang. *systolic blood pressure*),
- struktura twarzy: 24MAP (ang. *mean blood pressure*).

Kolor twarzy odzwierciedla postawione rozpoznanie:

- czerwony – nadciśnienie tętnicze,
- żółty – stan przednadciśnieniowy,

Tab. 1. Klasyfikacja nadciśnienia tętniczego na podstawie ABPM w badanej grupie

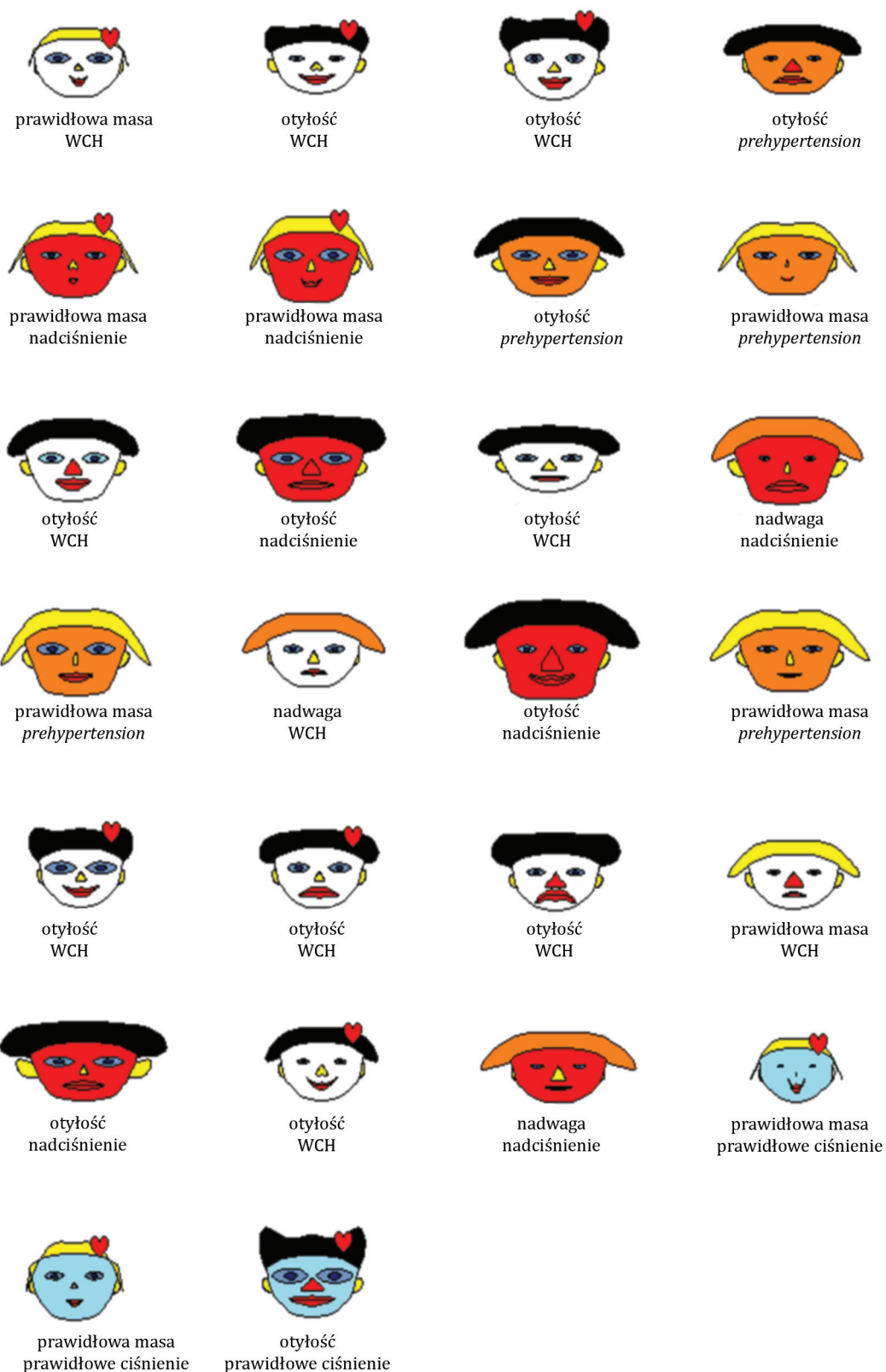
Klasyfikacja NT	Prawidłowe ciśnienie tętnicze	Nadciśnienie tętnicze	Stan przednadciśnieniowy	Nadciśnienie białego fartucha
Liczba dziewcząt	3	2	0	6
Liczba chłopców	0	5	5	5
Suma	3	7	5	11

Tab. 2. Podział ze względu na klasyfikację ciśnienia tętniczego i kategorię masy ciała według BMI

	Niedobór masy	Prawidłowa masa	Nadwaga	Otyłość	Suma
Prawidłowe ciśnienie tętnicze	0	2	0	1	3
Nadciśnienie	0	2	2	3	7
Stan przednadciśnieniowy	0	3	0	2	5
Nadciśnienie białego fartucha	0	2	1	8	11
Suma	0	9	3	14	26

Tab. 3. Liczba osób o danej klasyfikacji NT z przerostem lub bez przerostu lewej komory serca

	Prawidłowe ciśnienie tętnicze	Nadciśnienie tętnicze	Stan przednadciśnieniowy	Nadciśnienie białego fartucha
Ekscentryczny przerost masy lewej komory	1	2	1	3
Brak przerostu masy lewej komory	2	5	4	8



Ryc. 1. Twarze Chernoffa

WCH (ang. *white coat hypertension*) – nadciśnienie białego fartucha; *prehypertension* – stan przednadciśnieniowy

- biały – nadciśnienie białego fartucha,
- niebieski – prawidłowe ciśnienie tętnicze.

Wielkość ust odzwierciedla stopień otyłości:

- wysokość ust – grubość fałdu skórno-tłuszczowego na brzuchu,
- szerokość ust – obwód brzucha,
- kształt ust – WHR. Im niższy wskaźnik WHR, tym usta bardziej uśmiechnięte.

Wielkość i kształt włosów odzwierciedlają budowę ciała:

- wysokość włosów – masa ciała,
- szerokość włosów – wzrost,
- styl włosów – bezwzględna wartość BMI.

Kolor włosów odzwierciedla rozpoznanie na podstawie BMI:

- czarne włosy – otyłość,
- rude włosy – nadwaga,
- blond włosy – prawidłowa masa ciała.

Wielkość oczu: czynność serca:

- oczy: wysokość – średnia czynność serca w ciągu doby,
- oczy: szerokość – średnia czynność serca w ciągu dnia.

Wielkość nosa odzwierciedla wielkość lewej komory serca:

- nos: wysokość – LVM (ang. *left ventricular mass*),
- nos: szerokość – LVMI (ang. *left ventricular mass index*).

Kolor nosa odzwierciedla rozpoznanie przerostu lewej komory serca:

- nos czerwony: przerost lewej komory,
- nos żółty: bez przerostu lewej komory.

Wielkość uszu : profil lipidowy:

- uszy: wysokość – stężenie cholesterolu całkowitego,
- uszy: szerokość – stężenie trójglicerydów.

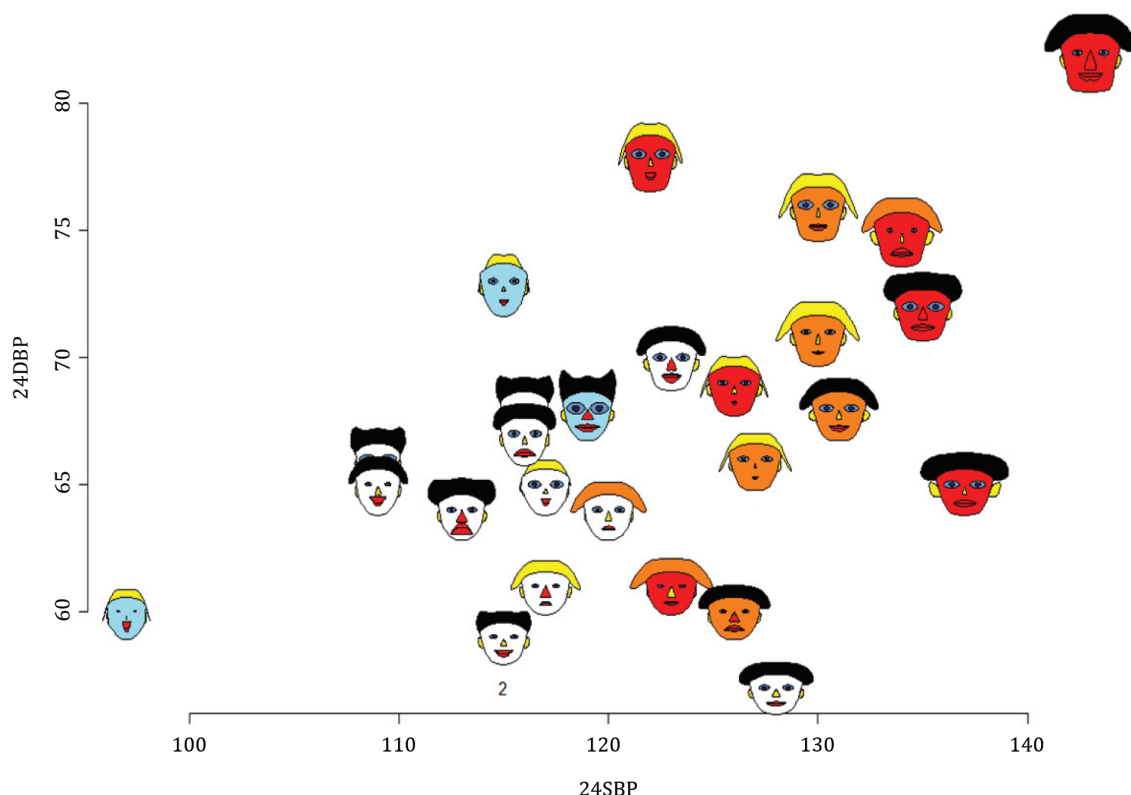
Płeć zaznaczono, wpinając u dziewczynek we włosy serduszko.

Rycina 2 obrazuje scharakteryzowane powyżej twarze Chernoffa odniesione do bezwzględnych wartości 24SBP i 24DBP w ABPM.

DYSKUSJA

W podsumowaniu charakterystyki grupy 26 pacjentów wyłonionych podczas badania przesiewowego, zastosowano metodę twarzy Chernoffa (1, 2) – jednego z najbardziej wyrafinowanych typów wykresów w statystyce wielowymiarowej. W metodzie twarzy poszczególne zmienne odzwierciedlane są przez różne charakterystyki twarzy ludzkiej. Wykresy tego typu mają zastosowanie w zbiorach o niewielkiej liczbie obserwacji, za to zawierających dużą liczbę zmiennych do graficznego zaprezentowania, których nie da się jednocześnie przedstawić na typowym wykresie rozrzutu. Najczęściej wykresy te stosowane są do porównania wielu zmiennych opisujących np. ludzi, państwa, województwa, samochody, kolejne lata, roczniki itd.

W najpełniejszej wersji tej metody rozpatrywanych jest aż 18 charakterystyk twarzy: 1. wielkość oczu, 2. wielkość źrenic, 3. pozycja źrenic, 4. skośność oczu, 5. pozycja oczu,



Ryc. 2. Twarze Chernoffa odniesione do bezwzględnych wartości 24SBP i 24DBP w ABPM

6. pozycja oczu – oś pionowa, 7. zakrzywienie brwi, 8. grubość brwi, 9. pozycja brwi – oś pionowa, 10. pozycja brwi – oś pozioma, 11. górna linia włosów, 12. dolna linia włosów, 13. owal twarzy, 14. ciemność włosów, 15. skośność ułożenia włosów (nachylenie kresek na rysunku), 16. nos, 17. otwarcie ust, 18. zakrzywienie ust. W przypadku, gdy konieczne jest rozpatrzenie większej ilości zmiennych, każda z podanych charakterystyk może być rozpatrywana oddzielnie dla lewej i prawej strony twarzy. W takim przypadku można przedstawić na jednym rysunku do 36 zmiennych.

W omawianej grupie młodzieży tworząc wykres metodą twarzy, opisano w sumie 25 zmiennych, 15 zmiennych ilościowych, a wprowadzając kolory poszczególnych elementów, dodatkowo 9 zmiennych jakościowych, „wpinając” serduszko we włosy, rozróżniono płeć.

Wykresy obrazkowe przedstawiają przypadki (obserwacje) w postaci wielowymiarowych symboli i są potężną, chociaż niełatwą w użyciu, techniką eksploracyjną. Podstawową ideą zastosowanej metody jest wykorzystanie zdolności człowieka do automatycznego postrzegania złożonych

związków między wieloma cechami, o ile podobne relacje między cechami występują dla wielu obiektów. W niektórych sytuacjach odczuć, że niektóre obiekty – twarze są „w jakimś stopniu podobne” do siebie, następuje zanim jesteśmy w stanie określić, które zmienne odpowiadają za obserwowaną niejednorodność. Dalsza analiza intuicyjnie dostrzeżonej struktury może doprowadzić do wykrycia natury istotnych zależności między analizowanymi zmiennymi (3). W omawianej grupie pacjentów początkowo analiza tak wielu parametrów równocześnie może wydawać się trudna, ale jeżeli stosujemy zawsze taki sam układ do analizowania tych samych parametrów, to bardzo szybko nauczymy się rozpoznawać, porównywać i analizować poszczególne przedstawione zmienne (1, 2, 4-6).

WNIOSKI

Twarze Chernoffa o wiele skuteczniej, efektywniej i ciekawiej niż standardowe wykresy i tabele ukazują charakterystykę niewielkich grup pacjentów różniących się od siebie dużą liczbą analizowanych parametrów.

Konflikt interesów Conflict of interest

Brak konfliktu interesów
None

Adres do korespondencji

*Bożena Werner
Klinika Kardiologii Wieku Dziecięcego
i Pediatrii Ogólnej
Warszawski Uniwersytet Medyczny
ul. Żwirki i Wigury 63a, 02-109 Warszawa
tel.: +48 (22) 317-95-88
bozena.werner@wum.edu.pl

Piśmiennictwo

1. Chernoff H: The Use of Faces to Represent Points in K-Dimensional Space Graphically. *J Am Stat Assoc* 1973; 68(342): 361-368.
2. Jajuga K: Statystyczna analiza wielowymiarowa. PWN, Warszawa 1993.
3. Lewicki P, Hill T, Czyżewska M: Nonconscious acquisition of information. *Am Psychol* 1992; 47(6): 796-801.
4. Morris CJ, Ebert DS, Rheingans PL (eds.): Experimental analysis of the effectiveness of features in Chernoff faces. 28th AIPR Workshop: 3D Visualization for Data Exploration and Decision Making; 2000: International Society for Optics and Photonics.
5. Tufte ER: The visual display of quantitative information. Springtown, USA 2001.
6. Flury B, Riedwyl H: Graphical Representation of Multivariate Data by Means of Asymmetrical Faces. *J Am Stat Assoc* 1981; 76(376): 757-765.
7. The fourth report on the diagnosis, evaluation, and treatment of high blood pressure in children and adolescents. *Pediatrics* 2004; 114(2 Suppl 4th Report): 555-576.
8. de Simone G, Devereux RB, Daniels SR et al.: Effect of growth on variability of left ventricular mass: assessment of allometric signals in adults and children and their capacity to predict cardiovascular risk. *J Am Coll Cardiol* 1995; 25(5): 1056-1062.
9. de Simone G, Daniels SR, Devereux RB et al.: Left ventricular mass and body size in normotensive children and adults: assessment of allometric relations and impact of overweight. *J Am Coll Cardiol* 1992; 20(5): 1251-1260.
10. Urbina E, Alpert B, Flynn J et al.: Ambulatory blood pressure monitoring in children and adolescents: recommendations for standard assessment: a scientific statement from the American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in Youth Committee of the council on cardiovascular disease in the young and the council for high blood pressure research. *Hypertension* 2008; 52(3): 433-451.
11. Wühl E, Witte K, Soergel M et al.: Distribution of 24-h ambulatory blood pressure in children: normalized reference values and role of body dimensions. *J Hypertens* 2002; 20(10): 1995-2007.
12. Lurbe E, Sorof JM, Daniels SR: Clinical and research aspects of ambulatory blood pressure monitoring in children. *J Pediatr* 2004; 144(1): 7-16.
13. Soergel M, Kirschstein M, Busch C et al.: Oscillometric twenty-four-hour ambulatory blood pressure values in healthy children and adolescents: a multicenter trial including 1141 subjects. *J Pediatr* 1997; 130(2): 178-184.

nadesłano: 10.05.2019
zaakceptowano do druku: 14.06.2019