

(22)

Zastosowanie wzorca tęczówki i siatkówki oka w procedurach identyfikacji człowieka i wpływ chorób na zaburzenie tego wzorca

Influence of eye diseases on the retina and iris pattern recognition and its significance in the early ophthalmic diagnosis

Emil Saeed¹, Joanna Konopińska¹, Zofia Mariak¹, Khalid Saeed^{2,3}

¹ Klinika Okulistyki Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku

Kierownik: prof. dr hab. n. med. Zofia Mariak

² Wydział Informatyki Politechniki Białostockiej

³ Wydział Matematyki i Nauk Informacyjnych Politechniki Warszawskiej

Streszczenie:

Autorzy prezentują aktualny stan wiedzy na temat możliwości rozpoznawania człowieka za pomocą wzorca tęczówki i siatkówki oka. Ta metoda bywa praktycznie wykorzystywana w stosowanych obecnie procedurach identyfikacyjnych, np. w dziedzinie kryminalistyki i na niektórych lotniskach. Autorzy zwracają szczególną uwagę na możliwość zakłócania procesu rozpoznawania przez różne choroby. Wpływ chorób na obrazowanie tęczówki i siatkówki oka oraz zakres tego wpływu nie są gruntownie poznane, nie dopracowano też obowiązujących standardów w tym zakresie, zwłaszcza w odniesieniu do siatkówki. Autorzy rozpatrują ten problem, opierając się w dużej mierze na własnych doświadczeniach. Argumenty, które przytaczają, zostały opracowane podczas kilkuletniej współpracy lekarzy z informatykami. Wypracowany wspólnie algorytm pozwala uściślić odpowiedź na pytania: 1. czy osoby z anomaliami w obrębie tęczówki i siatkówki oka mogą być wiarygodnie identyfikowane za pomocą skanu tych tkanek, oraz 2. w jakich przypadkach będzie to możliwe pod pewnymi warunkami, a w jakich wykluczone.

Słowa kluczowe:

rozpoznawanie wzorców, siatkówka, tęczówka, choroby oczu.

Summary:

The state of the art in the field of biometrics focused on retina, iris pattern recognition and their practical applications in forensics and airports are discussed in this paper. The confounding effect of ocular diseases on ocular pattern recognition is possible, which has been extensively discussed here, considering that neither the scope of this effect has been known nor respective retinal imaging standards have been developed. The paper is based on the own research of human iris and retina in biometrics carried out as a cooperation between medical and IT specialists. The paper aims at providing satisfactory answer to two key questions: 1. Can patients with anomalies of the iris and/or the retina be reliably identified using biometric properties of the discussed structures, and 2. When is it possible (under certain conditions) and when absolutely excluded.

Key words:

pattern recognition, retina, iris, eye diseases.

Autorzy zgłaszają brak konfliktu interesów w związku z publikowaną pracą/ The authors declare no conflict of interest

Biometria służy do badania zmienności populacji. Ze względu na rosnące zapotrzebowanie praktyczne ta dziedzina przeżywa okres prawdziwego renesansu. Metodami biometrycznymi można niezwykle precyzyjnie charakteryzować parametry fizyczne i anatomiczne różnych tkanek. Techniki biometryczne służą w praktyce weryfikacji osób metodą porównywania uzyskanych danych z zapisaną wcześniej próbką – np. w dziedzinie kryminalistyki i na lotniskach w niektórych krajach. Pomysł wykorzystania cech tęczówki i siatkówki oka opiera się na unikalności tych struktur. Nawet bliźnięta jednojajowe nie mają identycznych tęczówek ani układu naczyń krwionośnych w siatkówkach.

Obecnie posługujemy się dwoma systemami zabezpieczeń opartymi na obrazie tkanek oczu. Pierwszy z nich, bardziej rozpowszechniony, polega na identyfikacji osób na podstawie obrazowania tęczówki. Drugi, rzadziej stosowany, opiera się

na rysunku naczyń siatkówki. W przypadku tęczówki zasada obrazowania sprowadza się do sporządzenia jej skanu w świetle widzialnym lub bliskiej podczerwieni i przetworzenia go na unikatowy wzór porównywany z innymi wzorami z bazy danych. Obrazowanie siatkówki polega na utworzeniu dokładnego skanu jej naczyń krwionośnych w świetle podczerwonym, ponieważ naczynia krwionośne absorbują więcej podczerwieni niż otaczająca je tkanka. Zmiany intensywności absorpcji promieniowania są rejestrowane, a następnie przekształcane w specjalny kod, który może być porównany z innymi.

Podstawą rozpoznawania człowieka za pomocą wzorców tęczówki i siatkówki jest – tak jak w przypadku wszystkich innych metod rozpoznawania – procedura porównywania uzyskanych wzorców z innymi, które zgromadzono w bazie danych. Posiłkując się profesjonalną nomenklaturą, możemy potwierdzić, że rozpoznawanie może mieć dwojaki charakter: 1. identyfikacji

– odnoszenia się do uśrednionych wzorów pozyskanych od dużej grupy osób zdrowych, 2. weryfikacji – porównywania próbek z jednym konkretnym wzorem uzyskanym wcześniej od tej samej osoby. W praktyce oba terminy są używane zamiennie.

Historia wykorzystywania tkanek oczu w procedurach rozpoznawania człowieka

Początek biometrii sięga 1885 roku p.n.e. Już w starożytnym Babilonie znaleziono odciski kciuków na glinianych tablicach i ceramicznych naczyniach. Ludzie pozostawiali je, aby zalegalizować transakcje handlowe (1) (ryc. 1.).



Ryc. 1. Odcisk palca sprzed 4000 lat potwierdzający transakcję handlową.

Fig. 1. Fingerprint 4000 years ago as a transaction confirmation.

W XIV wieku w Chinach odcisków dłoni i stóp używano w celu odróżnienia od siebie małych dzieci. Obecnie wykorzystywane metody biometryczne, wciąż doskonałe, obejmują: linie papilarne, kształty twarzy, kształty dłoni, tembr głosu, charakter pisma ręcznego, sposób uderzania w klawisze klawiatury, chód, układ żył palca, tkanki oka, a nawet zapach. Oparzone opuszki palców uniemożliwiają identyfikację za pomocą linii papilarnych, trudno natomiast w świadomy sposób zmienić strukturę tkanek oka.

Metodę rozpoznawania człowieka za pomocą tęczówki i siatkówki stosuje się, odkąd potwierdzono badaniami, że oko człowieka po osiągnięciu ostatecznych rozmiarów pozostaje niezmiennione. Po raz pierwszy metodę identyfikowania osób za pomocą tęczówki zaproponował okulista Frank Burch. W 1994 roku matematyk John Dougman opatentował algorytm rozpoznawania człowieka za pomocą tęczówki, jest on stosowany do dzisiaj (2). Algorytm Dougmana jest wysoce wiarygodny (99,9%), w przeciwieństwie do innych, takich jak Avila i Li Ma. Naczynia siatkówki do identyfikowania człowieka zaczęto wykorzystywać w 1935 roku, tuż po opublikowaniu w *New York State Journal of Medicine* artykułu Simona i Goldsteina, w którym zaproponowano ich użycie w charakterze źródła wzorca. Niestety, z powodu słabo zaawansowanych technologii tego pomysłu nie można było zrealizować od razu, stało się to możliwe dopiero w 1975 roku i później. W 1976 roku Robert Buzz stworzył korporację Eye Identify – od tego czasu zaczęto wykorzystywać naczynia siatkówki oka do celów komercyjnych. Zarówno tęczówka, jak i siatkówka spełniają wszystkie podstawowe warunki stawiane technologiom biometrycznym: unikatowość, uniwersalność, mierzalność oraz stabilność. Techniki biometryczne wykorzystujące narząd wzroku z powodzeniem są wykorzystywane na lotniskach, m.in. w Dubaju, Stanach Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii i Australii. W Wielkiej Brytanii korzysta się głównie z rozwiązań bazujących na odczytywaniu tęczówki. Na australijskich lotniskach zaś stosu-

je się system rozpoznawania twarzy – równoległe z tradycyjnymi metodami obowiązującymi w punktach odprawy paszportowej. Odprawa z zastosowaniem czytnika twarzy trwa dużo krócej niż klasyczna odprawa paszportowa. Podobny system oparty na rozpoznawaniu twarzy ma być rozwijany we Francji. Biometria jest również wykorzystywana w medycynie, m.in. do wykrywania nieprawidłowości w sposobie chodzenia i wczesnych objawów choroby Alzheimera.

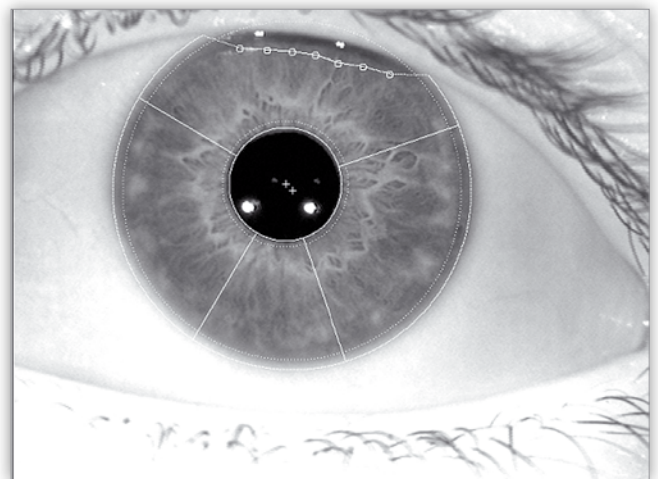
W Polsce początek biometrii przypada na 1959 rok i wiąże się z powstaniem Polskiego Towarzystwa Biometrycznego. Praktycznie jest to 2006 rok – wtedy pojawiły się pierwsze paszporty biometryczne z wizerunkiem twarzy człowieka w formie elektronicznej. Od 2009 roku paszporty biometryczne zawierają również odciski palców.

Charakterystyka obecnie stosowanych sposobów identyfikacji tkanek oczu

Metody biometryczne dotyczące tęczówki i siatkówki są złożone i wieloetapowe, a ponadto wciąż poddawane różnym modyfikacjom w celu ich udoskonalania. Zawsze jednak pierwszym krokiem w pracy nad obrazami tych tkanek jest ich wstępne przetwarzanie. Artefakty, rzęsy, powieki, refleksy oraz inne elementy, niewnoszące informacji lub wręcz je maskujące, powinny być wyeliminowane z obrazu za pomocą specjalnej techniki komputerowej. Następne standardowe kroki to poprawianie kontrastu i dokonywanie konwersji obrazu do skali szarości oraz usuwanie ciemnego tła (3, 4).

Obrazowanie tęczówki

Tęczówka ma swoje unikatowe miejsca na powierzchni beleczkowania (ryc. 2.). Przetwarzając obraz tęczówki, standardowo stosuje się algorytm Daugmana – wykorzystaliśmy go również w naszych badaniach (5).



Ryc. 2. Punkty tęczówki.

Fig. 2. Iris landmarks.

Proces identyfikacji tęczówki rozpoczyna się od jej wstępnego przetwarzania. Niezbędne zatem jest prawidłowe zlokalizowanie brzegu tęczówki i źrenicy. Stworzenie maski, inaczej filtra, umożliwi pozbycie się niechcianych artefaktów z obrazu, np. refleksu światła. Aby wydobyc charakterystyczne punkty na powierzchni beleczkowania, należy dokonać przekształcenia obrazu tęczówki do postaci prostokątnej, ten proces nazywamy

normalizacją tęczy. Normalizacja obszaru tęczy chroni ją przed rozbieżnościami w rozmiarach spowodowanymi rozszerzeniem się źrenicy (ryc. 3.).



Ryc. 3. Normalizacja obrazu tęczy.
Fig. 3. Iris normalization.

W dalszej kolejności na tej podstawie można komputerowo wydobyć, stosując odpowiednie wzory, tzw. wektor cech i doprowadzić do ostatecznego zakodowania tęczy (6):

$$h_{(Re,Im)} = sgn_{(Re,Im)} \int_{\rho} \int_{\phi} I(\rho, \phi) e^{-i\omega(\theta_0 - \phi)} \cdot e^{-\frac{(\rho - \rho_0)^2}{\alpha^2}} \cdot e^{-\frac{(\theta_0 - \phi)^2}{\beta^2}} \cdot \rho \, d\rho \, d\phi$$

Obrazowanie siatkówki

W przypadku rozpoznawania człowieka za pomocą siatkówki oka istotnym krokiem jest wzmocnienie obrazu jej naczyń krwionośnych, a następnie poddanie go segmentacji oraz binaryzacji – to oznacza zmianę kolorowego obrazu na czarno-biały. Dalszym ważnym krokiem w procedurze przekształcania obrazu jest wybranie przez komputer charakterystycznych punktów siatkówki, zwanych minucjami, aby na tej podstawie wydobyć wektor jej cech (7) (ryc. 4. i 5.). Uzyskane obrazy przekształca



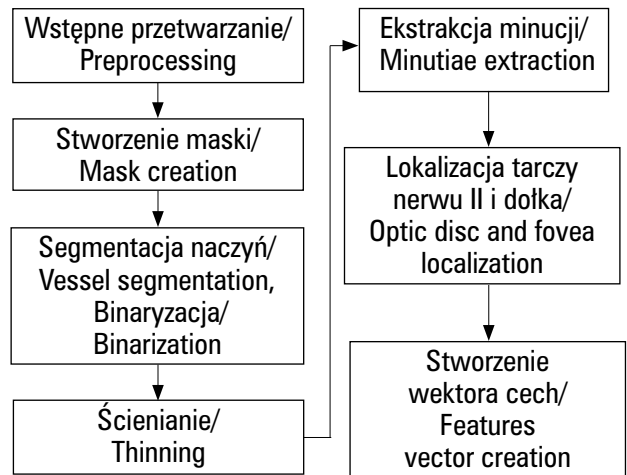
Ryc. 4. Zdjęcie prawidłowej siatkówki – możliwe oznaczenie wszystkich minucji.
Fig. 4. Healthy retina image – all minutiae are possible to extract.



Ryc. 5. Minucje – charakterystyczne punkty siatkówki (7).
Fig. 5. Minutiae – characteristic retinal landmarks (7).

się w postać czytelną dla komputera, dokonując selekcji i ekstrakcji cech. Ten proces polega na wydobywaniu punktów, które pozwalają odróżnić dwie siatkówki. Sklasyfikowane wyniki końcowe porównuje się z matrycą wcześniej stworzonej bazy oczu prawidłowych, czyli pozbawionych cech patologicznych.

Wektor punktów charakterystycznych (a_1, a_2, \dots, a_n , gdzie n to liczba punktów), czyli ich matematyczny opis, wyznacza się dla potrzeb analizy informatycznej. To umożliwia stworzenie algorytmu rozpoznawania wzorca siatkówki także w przypadku oczu zajętych chorobami (ryc. 6).



Ryc. 6. Etapy proponowanego algorytmu.
Fig. 6. Basic parts of the algorithm.

Uzyskane w ten sposób dane, dotyczące zarówno tęczy, jak i siatkówki, nadają się do opracowania statystycznego. Chodzi o sprowadzenie ich do postaci wzorca matematycznego, który w przypadku naszego badania został wypracowany we współpracy z zespołami Politechniki Białostockiej i Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Takie postępowanie pozwala również na wyselekcjonowanie czynników predykcyjnych wczesnej zachorowalności m.in. na choroby naczyniowe siatkówki (zakrzep żyły środkowej i zator tętnicy środkowej) współtowarzyszące chorobom układu sercowo-naczyniowego. Ta sama prawidłowość dotyczy m.in. chorób nowotworowych tęczy. Podsumowując, to oznacza, że procedura rozpoznawania człowieka za pomocą wzorców tęczy i siatkówki będzie mogła znaleźć zastosowanie również we wczesnej diagnostyce chorób tych organów.

Wpływ chorób na zdolność rozpoznawania tkanek oczu

Wykorzystywanie tęczy i siatkówki do rozpoznawania człowieka jest obecnie jedną z najczulszych i najbardziej specyficznych metod stosowanych w celach identyfikacyjnych. Żaden inny sposób nie jest w stanie zagwarantować tak dużej wiarygodności testu. Jedyną znaną przyczyną utrudnień w procesie rozpoznawczym mogą być choroby zarówno ogólne, jak i miejscowe, ale każde z nich odciskają piętno na tkankach oczu. W tym kontekście ważne staje się wyodrębnienie, skatalogowanie i standaryzowanie typów patologii i anomalii, które mogą fałszować wynik badania poprzez zaburzenie wzorca tęczy albo siatkówki. W obliczu coraz większego zainteresowania tkankami oczu do celów rozpoznawczych człowieka opracowanie sposobów eliminujących potencjalne wątpliwości staje się

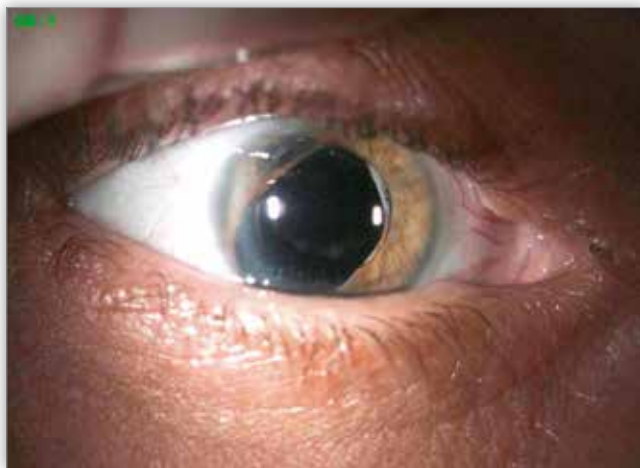
koniecznością. To nabiera szczególnego znaczenia w dobie coraz łatwiejszego, doskonalszego i coraz bardziej rozpowszechnionego fałszowania standardowo stosowanych testów na odciski palców i na rozpoznawanie twarzy.

Wciąż bardzo niewiele wiadomo o wpływie chorób na rozpoznawanie wzorców tkanek oczu. Dostępne w literaturze medycznej opracowania dotyczą utrudnień wyłącznie w rozpoznawaniu tęczówki. Międzynarodowe standardy ISO/IEC wskazują patologie mogące utrudniać rozpoznawanie wzorca tęczówki. Należą do nich: poszerzenie lub zwężenie źrenicy, zapalenie tęczówki, aniria, zapalenie rogówki, microcornea, megalocornea, bielmo rogówki. Rozpoznawanie wzorca tęczówki utrudniają także: operacja zaćmy, irydotomia, irydektomia oraz inne patologiczne procesy zachodzące w przednim odcinku oka (krwawienie, rąbek starczy i pierścień Kaysera-Fleischera). W ramach naszych kilkuletnich badań dokonaliśmy analizy wielu chorób tęczówki z uwzględnieniem dwóch podziałów: 1. – na choroby toczące się w samej tęczówce, takie jak ubytki beleczkowania, do których doszło wskutek doznania urazu i po zabiegach przeciwjaskrowych, i toczące się w komorze przedniej, które przesłaniają część tęczówki (5), oraz 2. na stany całkowicie i na stałe uniemożliwiające rozpoznawanie człowieka, a także stany, po których wyleczeniu ponowna ocena byłaby możliwa.

Wyniki wszystkich podejmowanych dotychczas działań nie pozwalają jednak wyczerpująco odpowiedzieć na zasadnicze pytania: 1. w jakim stopniu każda z ww. chorób uniemożliwia procedurę rozpoznania człowieka – całkowicie ją wyklucza, czy tylko utrudnia, a można by było ją zastosować pod pewnymi warunkami, oraz 2. jak długo rozpoznawanie może być w danym przypadku niepewne lub niemożliwe – czy zawsze, czy też czasowo, a po wyleczeniu choroby wiarygodność procedury może być przywrócona.

Tęczówka

Tęczówka pod względem możliwości jej wykorzystania do celów rozpoznawczych jest tkanką niezwykle wartościową, ponieważ dopiero zaawansowane jej ubytki i patologie uniemożliwiają wykorzystanie jej jako wzorca (ryc. 7.) (8). Nawet prawie całkowite zasłonięcie tęczówki przez krew w komorze przedniej nie wyklucza użyteczności identyfikacyjnej tej tkanki (ryc. 8.), to potwierdziły też wyniki naszych badań (5).



Ryc. 7. Rozległy ubytek tęczówki.

Fig. 7. Extensive iris loss.



Ryc. 8. Krew w komorze przedniej.

Fig. 8. Blood in anterior chamber.

Trokielewicz i wsp. oceniali, jak powszechnie występująca choroba – zaćma – wpływa na rozpoznawanie wzorca tęczówki, uwzględnili zaćmy powikłane zrostami tylnymi i wszczepy przedniokomorowe przesłaniające tęczówkę, a także inne stany mogące towarzyszyć zaćmie (atrofii tęczówki i poszerzoną lub zwężoną źrenicę). Według nich wszystkie te okoliczności zaburzają wzorec tęczówki, zmniejszając wiarygodność testu. Według naszej opinii zaćma, wobec odpowiedniego wykorzystania technik komputerowych, nie wyklucza prawidłowości testu tęczówkowego.

Aslam i wsp. skupili się na ocenie wpływu irydotomii, zapalenia tęczówki, zmian rogówki oraz zapalenia twardówki i spojówki na wzorec tęczówki (9), zarówno przed leczeniem, jak i po leczeniu. Irydotomia laserowa nie zaburzała wzorca, problemy natomiast pojawiały się, kiedy szerokość źrenicy była zmienna i powodowała błędne odrzucanie próbek. Wyniki naszych badań wskazały, że ani operacje jaskry, ani znaczące zmiany szerokości źrenicy nie zniekształcają wyniku testu.

Dhir i wsp. zaobserwowali, że identyfikacja człowieka przysparza problemów, kiedy jest obecny refleks ze sztucznej soczewki po operacji zaćmy oraz kiedy źrenica jest poszerzona mydriatykami (10). Nam udało się skutecznie wyeliminować negatywny wpływ refleksu ze sztucznej soczewki.

Yuan i wsp. oceniali, jak na identyfikację człowieka za pomocą wzorca tęczówki wpływają operacje refrakcyjne (11). Wyniki ich badania wskazały, że tylko u jednego spośród 7 chorych na zaćmę poddanych operacji LASIK doszło do zaburzenia wzorca tęczówki, prawdopodobnie z powodu nadmiernie rozszerzonej źrenicy.

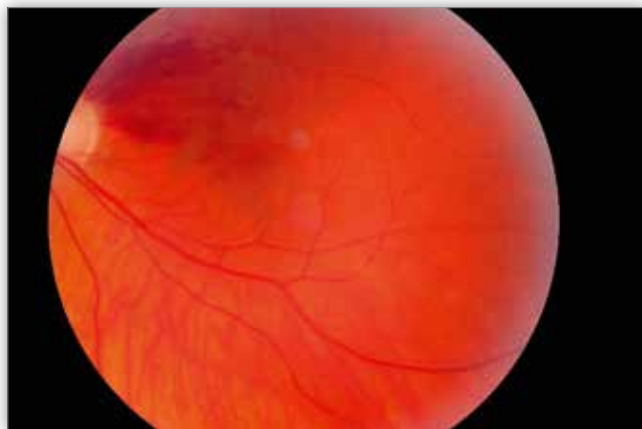
Borgen i wsp. oceniali deformacje wzorca tęczówki w przebiegu chorób rogówki (zapalenie, osady na śródłonku i obrzęk nabłonka) oraz w stanach z obecnością neowaskularyzacji, guzów tęczówki, irydotomii i irydektomii (12). Wykazali, że ani neowaskularyzacja, ani stany po operacjach jaskry nie zaburzały zdolności rozpoznawania człowieka za pomocą wzorca tęczówki, podobnie jak w naszych badaniach (5).

Siatkówka

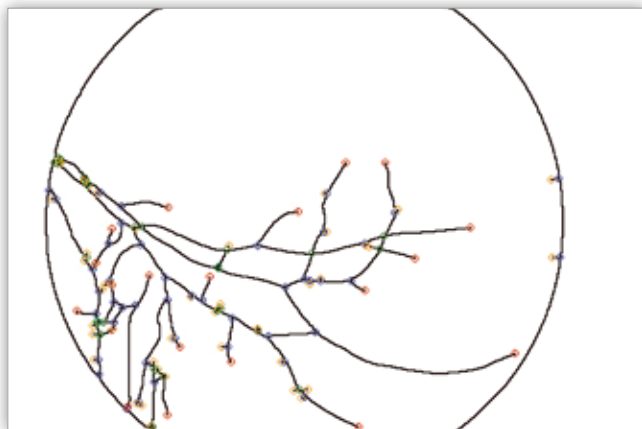
Siatkówka jest bardziej specyficzna, czuła i wiarygodna niż tęczówka, ponieważ – według wyników badań – nie można całkowicie sfalszować jej obrazu. Dlatego należy dążyć do kompleksowego opracowania uwarunkowań do stworzenia prawi-

dłowego testu siatkówkowego. Takie próby są podejmowane, lecz nie ma jeszcze konkretnych publikacji na ten temat.

Udało się nam opracować wstępną opinię na temat wpływu na wzorzec naczyniowy siatkówki niektórych wybranych chorób: zatoru tętnicy środkowej siatkówki i zakrzepu żyły środkowej (ryc. 9. i 10.) oraz odwarstwienia siatkówki (ryc. 11. i ryc. 12.).



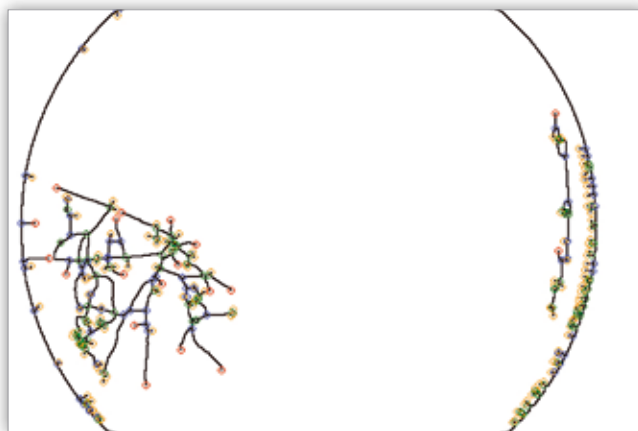
Ryc. 9. Zakrzep żyły środkowej siatkówki.
Fig. 9. Retinal vein occlusion.



Ryc. 10. Zakrzep żyły środkowej siatkówki, identyfikacja utrudniona z powodu utraty minucji.
Fig. 10. Retinal vein occlusion, difficult recognition due to minutiae loss.



Ryc. 11. Odwarstwienie siatkówki.
Fig. 11. Retinal detachment.



Ryc. 12. Odwarstwienie siatkówki ze znaczną utratą minucji.
Fig. 12. Retinal detachment and minutiae loss.

Wszystkie te stany chorobowe zakłócają wzorzec naczyniowy siatkówki, uniemożliwiając rozpoznanie człowieka. Zarówno odwarstwienie siatkówki, jak i zakrzep żyły środkowej siatkówki po leczeniu nie zaburzają rozpoznawania obrazu, w przypadku zatoru natomiast możliwość jego rozpoznania powraca wraz z rekanalizacją naczynia.

Nieustannie prowadzi się badania nad możliwościami zastosowania w praktyce wzorców tkanek oczu do rozpoznawania człowieka, a ich wyniki są obiecujące. Ponieważ te wzorce są unikalne, ich wykorzystywanie staje się coraz bardziej popularne. Jeśli zapisany algorytm nie umożliwia identyfikacji, powinien się uruchomić alarm nakazujący sprawdzenie przyczyny odrzucenia próbki. Najbardziej prawdopodobną przyczyną odrzucenia próbki w odniesieniu do testów tęczówkowo-siatkówkowych są choroby oczu zapisane w systemie. W przypadku znacznego poszerzenia źrenic jednak obraz może sugerować inne przyczyny odrzucenia próbki, np. wpływ narkotyków. W tej dziedzinie współpraca lekarzy z informatykami jest nieoceniona.

Piśmiennictwo:

1. Faulds H: *On the Skin-Furrows of the Hand*. Nature. 1880 October 28; vol. 22, no. 574, 601–624 – DOI:10.1038/022605a0.
2. Daugman J: *Biometric identification system based on iris analysis*. United States Patent 5.291.560, 1994 March 1.
3. Chaudhuri S, Chatterjee S, Katz N, Nelson M, Goldbaum M: *Detection of Blood Vessels in Retinal Images Using Two-Dimensional Matched Filters*. IEEE Transactions of Medical Imaging. 1989; vol. 8, no. 3.
4. Chanwimaluang T, Fan G: *An Efficient Blood Vessel Detection Algorithm for Retinal Images Using Local Entropy Thresholding*. Proceedings of the 2003 International Symposium on Circuits and Systems, vol. 5, pp. 21–24, 2003 May.
5. Wachulec P, Saeed E, Bartocha A, Saeed K: *Iris Feature Extraction with the Influence of Its Diseases of the Results*. In: Chaki R, Saeed K, Choudhury S, Chaki N. Applied Computation and Security Systems: 2015; Volume 1, Advances in Intelligent Systems and Computing 304, Springer series (Kacprzyk J – Ed.), pp. 49–56.
6. Misztal K, Spurek P, Saeed E, Saeed K, Tabor J: *Cross entropy clustering approach to iris segmentation for biometrics purpose*. Zaakceptowany w Schedae Informaticae. 2015. Uniwersytet Jagielloński Kraków, Poland.

7. Bartocha A, Saeed E, Wachulec P, Saeed K: *Retinal Feature Extraction with the Influence of Its Diseases of the Results* In: RituparnaChaki, Khalid Saeed, Sankhayan Choudhury, NabenduChaki. Applied Computation and Security Systems: 2015; Vol. 1, Advances in Intelligent Systems and Computing 304, Springer series (Kacprzyk J – Ed.), pp. 37–48).
8. Misztal K, Saeed E, Tabor J, Saeed K: *Iris Pattern Recognition with a New Mathematical Model to its Rotation Detection*. In: Biometrics and Kansei Engineering. Springer Science and Business Media, NY. 2012.
9. Aslam TM, Tan SZ, Dhillon B: *Iris recognition in the presence of ocular disease*. J R Soc Interface. 2009; Vol. 6: 489–493.
10. Dhir L, Habib NE, Monro DM, Rakshit S: *Effect of cataract surgery and pupil dilation on iris pattern recognition for personal authentication*. Eye. 2010; 24: 1006–1010.
11. Yuan X, Zhou H, Shi P: *Iris recognition: a biometric method after refractive surgery*. J Zhejiang Univ Sci A. 2007; 8(8): 1227–1231.
12. Borgen H, Bours P, Wolthusen SD: *Simulating the Influences of Aging and Ocular Disease on Biometric Recognition Performance*. International Conference on Biometrics 2009, LNCS 5558, 857–867.

Praca wpłynęła do Redakcji 07.02.2017 r. (KO-00109-2017)
Zakwalifikowano do druku 06.06.2017 r.

Adres do korespondencji (Reprint requests to):

lek. Emil Saeed
Klinika Okulistyki UMB
ul. M. Skłodowskiej-Curie 24 a
15-276 Białystok
e-mail: emilsaeed1986@gmail.com

STOWARZYSZENIE ZWYRODNIENIA PLAMKI ZWIĄZANEGO Z WIEKIEM (AMD) zaprasza na

XIII SYMPOZJUM STOWARZYSZENIA AMD

Temat główny: „Nowe wyzwania w AMD i powikłaniach cukrzycowych narządu wzroku”.

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego i Naukowego:
Prof. dr hab. n. med. Andrzej Stankiewicz

Sesja 1. Program lekowy w AMD – postęp w leczeniu wysiękowego AMD

Sesja 2. Program lekowy w DME – nadzieja dla chorych z cukrzycą

Sesja 3. Suche AMD – nowe horyzonty diagnostyczno-terapeutyczne

Wykładowcy:

prof. dr hab. n. med. Andrzej Stankiewicz
prof. dr hab. n. med. Piotr Jurowski
prof. dr hab. n. med. Marta Misiuk-Hojto
prof. dr hab. n. med. Bożena Romanowska-Dixon
prof. dr hab. n. med. Jacek Szaflik
dr hab. n. med. Agnieszka Kubicka-Trzaska
dr hab. n. med. Jerzy Mackiewicz
dr hab. n. med. Katarzyna Michalska-Matecka
dr hab. n. med. Jacek Robaszkiewicz
dr hab. n. med. Anna Święch-Zubilewicz
dr n. med. Marcin Wetnicki
dr Ewa Fluder

Termin: 28 października 2017 r., godz. 10.00
Miejsce: Hotel Marriott (Al. Jerozolimskie 65/79), Warszawa

Stowarzyszenie AMD, Al. Waszyngtona 146/206, 04-076 Warszawa
tel./fax (22) 515 80 01, tel. kom. (+48) 516 062 843
e-mail: stoamd@op.pl
nr konta bankowego Deutsche Bank o/Warszawa:
52 1910 1048 2214 9923 9402 0001



Szczegółowe informacje i rejestracja uczestników na stronie internetowej
Liczba miejsc ograniczona, decyduje kolejność zgłoszeń.

www.amd.org.pl