Zastosowanie plazmy w niechirurgicznej blefaroplastyce – prezentacja przypadku

The use of plasma in non-surgical blepharoplasty – a case study

Krzysztof Jacek Kaczyński

Streszczenie

Pomimo iż technologia wytwarzania plazmy jest znana od XIX w., to jej zastosowanie przemysłowe upowszechniło się w XX w. Plazmę w medycynie stosuje się od dwóch dziesięcioleci, wykorzystując jej destrukcyjne właściwości. Dopiero wprowadzenie tzw. zimnej plazmy pozwoliło na wykorzystanie jej właściwości stymulacyjnych. Obecnie w Polsce dostępnych jest kilka urządzeń, które wytwarzają plazmę z powietrza atmosferycznego, wykorzystując głównie prąd stały lub zmienny, a niechirurgiczna blefaroplastyka stała się jednym z najczęściej wykonywanych zabiegów z wykorzystaniem plazmy medycznej. Od pewnego czasu dostępne jest w Polsce urządzenie Plasma BT, którego europejska premiera odbyła się na kongresie IMCAS w styczniu br. w Paryżu.

W publikacji zaprezentowano przypadek 42-letniej pacjentki, która z powodu nadmiaru fałdy powiekowej przeszła zabieg niechirurgicznej blefaroplastyki za pomocą urządzenia Plasma BT. Trzy tygodnie od zabiegu przeprowadzono wizytę kontrolną. Korekta nadmiaru fałdy powiekowej spowodowała: otwarcie oka w postaci poszerzenia szpary powiekowej średnio o 14%, odkrycie powieki górnej średnio o 25% i 46% odpowiednio w oku prawym i lewym oraz zmniejszenie odległości pomiędzy brzegiem fałdy powiekowej a dolną krawędzią brwi średnio o 11,4% i 8,4% odpowiednio dla oka prawego i lewego, co w konsekwencji wyrównało dysproporcje w wielkości fałdy powiekowej sprzed zabiegu. Pacjentka nie zgłaszała żadnych dolegliwości związanych z zabiegiem. Obrzęk powiek ustąpił po 2, a strupki powstałe w miejscach sublimacji odpadły po 3 dobach.

Plasma BT jest urządzeniem łatwym w użyciu, dającym możliwość indywidualizacji leczenia dzięki trzem dostępnym trybom pracy (Shot, Pulse, Continuous) oraz regulacji mocy wyjściowej. Opatentowana igła z dystanserem daje możliwość stabilizacji urządzenia bezpośrednio na tkance, co wpływa na zwiększenie precyzji zabiegu i szybkość gojenia.

Słowa kluczowe: niechirurgiczna blefaroplastka, *dermatochalasis*, plazma medyczna, Plasma BT.

Summary

Despite the fact that plasma manufacturing has been known since the nineteenth century, its industrial use became widespread in the twentieth century. In medicine, plasma has been used for last two decades, mostly due to its destructive properties. Only the introduction of so-called cold plasma allowed to take advantages of its stimulatory properties. Currently, several devices that generate plasma from atmospheric air using mainly direct current or alternating current are available in Poland. This is why non-surgical blepharoplasty has become the most common treatment with the use of medical plasma. Plasma BT has its European premiere at the IMCAS Congress in Paris this January is now available in Poland.

A case of a 42-year-old patient who due to oversized eyelid skin fold has undergone a non-surgical blepharoplasty performed with a Plasma BT device is presented. After 3 weeks, correction of excessed eyelids' skin fold resulted in an eye opening by widening of the palpebral fissure length by an average of 14%, upper eyelid reveal by an average of 25% and 46% in the right and left eye respectively, and a decrease in the distance between the margin of eyelids' skin fold and the lower edge of the eyebrows by an average of 11.4% and 8.4% for the right and left eye respectively. As a consequence, the pre-procedural disproportion in the size of eyelid skin folds was corrected. The patient did not report any complaints associated with the procedure. Swelling of the eyelids disappeared after 2 and the scabs formed at the sublimation sites came off after 3 days.

Plasma BT is an easy-to-use device that offers the individualization of treatment with 3 operating modes (Shot, Pulse, Continuous) and adjustable output power. The patented needle with a guide enables the stabilization of the device directly on the tissue, which improves the precision of the treatment and the speed of healing.

Keywords: non-surgical blephaloplasty, dermatochalasis, plasma medical, Plasma BT.

Wstęp

Plazma to czwarty stan skupienia materii, który w naturze występuje w szczególnych warunkach (np. wielką kulą plazmy jest słońce, plazmą jest też piorun, co często możemy obserwować w czasie burzy) [1]. **Plazma znana jest i badana od XIX w.** Zajmowali się nią już E.W. von Siemens [2] i M. Faraday. W 1878 r. W. Crookes jako pierwszy stwierdził, że mamy do czynienia z czwartym stanem skupienia, a w 1894 r. N. Tesla wynalazł lampę plazmową, aż wreszcie w 1928 r. I. Langmuir wprowadził do powszechnego użycia pojęcie „plazma" [1, 2]. W XX w. plazma znalazła szerokie zastosowanie. Plazmą jest iskra świecy zapłonowej, z plazmą do czynienia mamy w oświetleniu ulicznym wykorzystującym lampy sodowe lub rtęciowe, wreszcie mamy z nią do czynienia w telewizorach plazmowych [1].

Choć samo zjawisko plazmy nie jest niczym nowym w fizyce, a umiejętność jej wytworzenia sięga XIX wieku [2], to **plazma w medycynie znajduje zastosowanie dopiero od dwóch dziesięcioleci.** Właściwości destrukcyjne plazmy wykorzystuje się np. w elektrochirurgii (koagulacja plazmą uzyskaną z argonu) czy w ablacji niskotemperaturowej (ang. *coblation*) [3].

Plazma medyczna

Stymulacyjny wpływ plazmy na żywe tkanki i komórki zaczęto wykorzystywać całkiem niedawno [4]. **Zastosowanie plazmy medycznej bezpośrednio na ludzkie ciało wymaga spełnienia podstawowych warunków: stałych i powtarzalnych parametrów plazmy powstającej w powietrzu atmosferycznym oraz temperatury plazmy poniżej 40°C w celu uniknięcia uszkodzeń termicznych** [4].

Plazmy ciśnienia atmosferycznego (ang. *cold atmospheric pressure plasma* – CAP) – bo tak właściwie się nazywają plazmy, z którymi mamy do czynienia w medycynie estetycznej – powstają w wyniku działania energii elektrycznej na biologicznie nieaktywne gazy, takie jak: tlen, azot, hel, argon czy powietrze lub mieszaniny tych gazów, charakteryzujące się niską temperaturą [4]. Większość energii elektrycznej zużyta jest bowiem na wzbudzenie elektronów, podczas gdy **atomy, jony i cząsteczki gazu pozostają w stanie niskiego pobudzenia, co skutkuje niską temperaturą plazmy**. Wzbudzone i zjonizowane atomy lub cząsteczki – z tej racji, że zjawisko zachodzi w otwartych warunkach atmosferycznych – oddziałują z innymi atomami lub cząsteczkami powietrza, co w konsekwencji prowadzi do powstania plazmy mającej potencjał biologiczny [4].

Plazmę medyczną często porównuje się do wyładowań elektrostatycznych, zwanych piorunem. Mimo iż w obydwu przypadkach mówimy o plazmie, to w zjawisku pioruna mamy do czynienia z wysoką gęstością elektronów i w konsekwencji wysoce destruktywną energią [5]. **Dostępne w medycynie urządzenia wytwarzające plazmę w warunkach ciśnienia atmosferycznego mogą wykorzystywać: prąd zmienny (wyładowanie koronowe, wyładowania z barierą dielektryczną, wyładowania piezoelektryczne), prąd stały (łuk elektryczny), fale radiowe, strumienie plazmowe oraz mikrofale** [6].

Urządzenia plazmy niskotemperaturowej wytwarzanej w powietrzu atmosferycznym dzielimy na generujące plazmę w sposób bezpośredni, pośredni i mieszany [7]. **W plazmach powstających w sposób bezpośredni ciało ludzkie stanowi swego rodzaju elektrodę (szczelina wyładunkowa jest pomiędzy igłą urządzenia a ciałem pacjenta), zaś powstanie plazmy wymaga zbliżenia elektrody na odległość ok. 0,5–1 mm** [7]. Tego typu urządzenia są zwykle małe i generują mikrowyładowania. W plazmach powstających w sposób pośredni gaz, który ulega wzbudzeniu i w konsekwencji przekształceniu w plazmę, przepływa pomiędzy elektrodami, a następnie jest dostarczany do tkanki docelowej. Urządzenia te generują plazmę niezależnie od odległości, w jakiej się znajdują od leczonej tkanki [7]. Urządzenia hybrydowe łączą w sobie obydwie technologie.

Wyładowanie z barierą dielektryczną

W XX w. wyładowań z barierą dielektryczną (ang. *dielectric barrier discharge* – DBD) używano początkowo do rozkładu różnych związków gazowych. Później metodę tę upowszechniono w produkcji półprzewodników, laserów CO_2 czy w procesach sterylizacji, jak również w produkcji wyświetlaczy plazmowych [8]. Jednym z najnowszych zastosowań jest wykorzystanie plazmy ciśnienia atmosferycznego dla celów leczniczych, co było możliwe dzięki lepszemu poznaniu biologicznego potencjału zimnej plazmy.

Typowe urządzenie oparte na DBD składa się z 2 płaskich elektrod pokrytych materiałem dielektrycznym [9]. Pomiędzy elektrodami znajduje się szczelina wyładunkowa, w której powstaje plazma. **Urządzenia typu DBD używane w medycynie wyposażone są tylko w 1 elektrodę, a szczelina wyładunkowa, w której powstaje plazma, znajduje się pomiędzy igłą urządzenia a ciałem pacjenta** [9]. Urządzenia te generują plazmę niskotemperaturową (temperatura nie przekracza 40°C), która jest w niewielkim stopniu zjonizowana i charakteryzuje się dużą zawartością cząstek neutralnych [4].

Urządzenie Plasma BT (ryc. 1) **jest wyrobem medycznym klasy IIb, chronionym 4 patentami.** Plazma BT opiera się na technologii FDBD (ang. *floating dielectric barrier discharge*) i wykorzystuje naturalną metodę wytwarzania plazmy (z tlenu i azotu zawartych w powietrzu) z wykorzystaniem prądu zmiennego.

Rycina 1. Urządzenie Plasma BT. Źródło: materiały własne

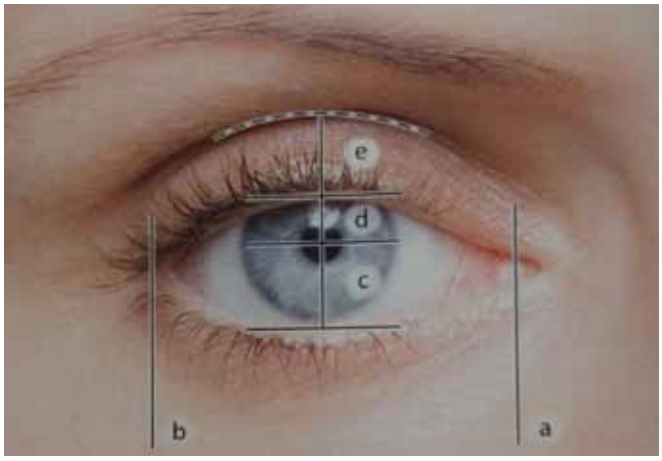
Urządzenie działa w 3 trybach pracy (Shot, Pulse, Continuous), ma regulowaną moc wyjściową (w zakresie 0,5–1,2 W (1 MΩ). Nie wymaga ono uziemienia pacjenta [10]. **Zastosowana w urządzeniu opatentowana igła z dystanserem** (ryc. 2) **daje możliwość stabilizacji urządzenia bezpośrednio na tkance co może mieć wpływ na zwiększenie precyzji zabiegu i szybkość gojenia.**

Rycina 2. Opatentowana igła z dystanserem. Źródło: materiały własne

Wybrane aspekty topografii zewnętrznej okolicy oczodołowej

Powieka górna składa się z 2 części: części oczodołowej i części tarczkowej. Pomiędzy nimi występuje rowek górny, na który nawisa fałda powiekowa [11]. W części tarczkowej znajduje się tarczka zbudowana z chrząstki włóknistej, która usztywnia i nadaje kształt powiece górnej. Skóra powiek, która należy do najcieńszych w obrębie ludzkiego ciała, robi się nieco grubsza w okolicy oczodołu.

Odległość pomiędzy krawędzią przednią powieki górnej a środkiem źrenicy stanowi górną średnią odległość odblasku rogówkowego i wraz z dolną średnią odległością odblasku rogówkowego stanowi szparę powiekową, która wynosi 10–12 mm [11]. Należy pamiętać, że odległości te nie są równe i odległość górna stanowi ok. 30–40% szpary powiekowej. Dystans pomiędzy krawędzią przednią powieki górnej a fałdem powiekowym górnym określa się jako odległość brzegowo-fałdową, która wynosi 9–12 mm u kobiet i 7–9 mm u mężczyzn (wymiar wyznacza się podczas patrzenia w dół) [11]. Należy także pamiętać o dużej zmienności osobniczej tego obszaru, jak również o zachodzących z wiekiem zmianach topografii. U osób, u których nie występuje nadmiernie rozwinięta fałda powiekowa, występuje wyraźna bruzda powiekowa górna, widoczna również przy otwartych oczach [11]. Topografię tej okolicy przedstawia rycina 3.



Rycina 3. Topografia zewnętrznej okolicy oczodołowej: a – linia kąta przyśrodkowego, b – linia kąta bocznego, c – dolna średnia odległość odblasku rogówkowego, d – górna średnia odległość odblasku rogówkowego, e – odległość brzegowo fałdowa, - - - – bruzda powiekowa górna. Źródło: Radlanski, Wesker 2015

Należy umieć odróżnić zjawisko opadnięcia powieki górnej (ptozy) – kiedy dochodzi do skrócenia górnej średniej odległości odblasku rogówkowego – od rzekomego opadnięcia powieki spowodowanego *dermatochalasis* [12]. Jest to zwykle obustronne zaburzenie dotykające najczęściej osoby w podeszłym wieku, które polega na nadmiernym zwiotczeniu skóry powieki górnej. W przebiegu tego zaburzenia bruzda powiekowa zwykle jest słabo widoczna. *Dermatochalasis* w zaawansowanych przypadkach może powodować prawdziwe opadnięcie powieki górnej [12].

Przed przystąpieniem do korekty fałdy powiekowej należy mieć na uwadze różnice antropologiczne w budowie i wyglądzie powieki górnej [13]. Na przykład oprawa europeidalna oka może występować w 4 odmianach [13]: część tarczkowa powieki lekko zasłonięta w części środkowej (1),

część tarczkowa powieki zasłonięta w części bocznej (2) oraz część tarczkowa powieki zasłonięta w części bocznej wraz z zewnętrznym kątem oka (3) i wreszcie występować może brak fałdy powiekowej (4).

Opis przypadku

Kobieta w wieku 42 lat zgłosiła się na zabieg nieoperacyjnej blefaroplastyki z zastosowaniem plazmy medycznej z powodu nadmiernej fałdy powiekowej obydwu powiek górnych, które obniżały jej jakość życia. W wywiadzie pacjentka bez obciążeń, zdrowa, nieprzyjmująca leków, z brakiem przeciwskazań do zabiegu plazmą. Po omówieniu zakresu zabiegu, procesu gojenia oraz postępowania po zabiegu, przekazaniu informacji o możliwych działaniach niepożądanych, powikłaniach i alternatywnych metodach terapeutycznych pacjentka wyraziła zgodę na zabieg, podpisując formularz świadomej zgody.

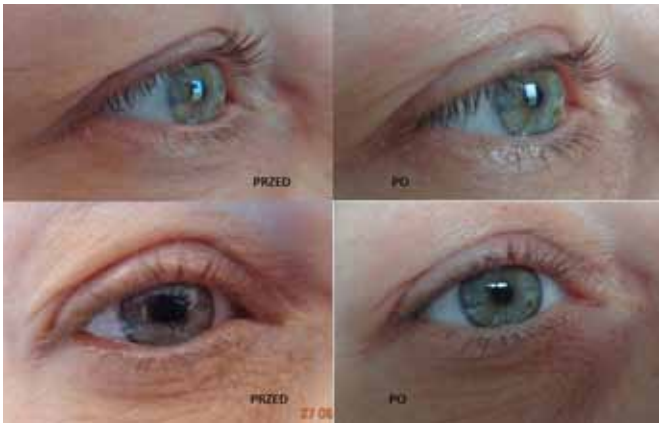
Wykonano dokumentację fotograficzną (en face, profil, półprofil powiek przy otwartym oku, patrząc na wprost oraz zamknięte oko), a także pomiary metryczne (w 3 liniach: źrenicznej, rąbka rogówki od strony skroniowej i linii kąta zewnętrznego). Poinformowano pacjentkę o istniejących asymetriach pomiędzy prawą i lewą stroną. Znieczulenie miejscowe wykonano kremem z lidokainą 9,6% w okluzji przez 40 min po uprzednim zmyciu makijażu oraz jednokrotnym przemyciu powiek preparatem Octenisept.

Zabieg został wykonany urządzeniem Plasma BT w ustawieniach: tryb Pulse, 40 Hz, level 2 (standardowe wartości dla tej procedury medycznej). Ustawienia były identyczne dla obydwu powiek. Do zabiegu użyto igły z opatentowanym dystanserem. Po trzykrotnym przemyciu preparatem Octenisept najpierw wykonano zabieg na powiece prawej (pozostawiając nadal krem znieczulający na powiece lewej). Pacjentka w trakcie zabiegu i bezpośrednio po nim nie zgłaszała żadnych dolegliwości.

Po zabiegu zmierzono poziom bólu za pomocą analogowej 10-punktowej skali VAS. Pacjentka poziom bólu oceniła na 5 dla powieki prawej i na 4 dla powieki lewej. Po zabiegu wykonano dokumentację fotograficzną (en face, profil, półprofil powiek przy otwartym oku, patrząc na wprost oraz zamknięte oko) i nałożono opatrunek z preparatu Cebelia LCE Balm. Pacjentka została ponownie poinformowana o procesie gojenia i możliwych działaniach niepożądanych, otrzymała również informację o sposobie utrzymania higieny leczonego miejsca w okresie pozabiegowym.

Pacjentka zgłosiła się na wizytę kontrolną po 3 tygodniach. Zadowolenie z zabiegu oceniła jako widoczną poprawę tj. 3 w 5-cio punktowej skali Globalnej Poprawy Estetycznej GAIS, a proces gojenia uznała za zadowalający (+2 punkty w 7-stopniowej skali, gdzie wartość -3 określa zdecydowane niezadowolenie, a +3 zdecydowane zadowolenie). Poziom gojenia został oceniony przez lekarza również na +2.

Czas utrzymywania się obrzęku po zabiegu pacjentka oceniła na 2 doby dla obydwu powiek, natomiast strupki po punktach sublimacji utrzymywały się przez 3 doby od zabiegu. Wykonano dokumentację fotograficzną (en face, profil, półprofil powiek przy otwartym oku, patrząc na wprost oraz zamknięte oko), jak również pomiary metryczne (w 3 liniach: źrenicznej, rąbka rogówki od strony skroniowej i linii kąta zewnętrznego). Ryciny 4 i 5 przedstawiają odpowiednio powiekę prawą i lewą przed i 3 tygodnie po pierwszym zabiegu.



Rycina 4. Powieka prawa: przed i po 3 tygodniach od zabiegu. Źródło: materiały własne

Rycina 5. Powieka lewa: przed i po 3 tygodniach od zabiegu. Źródło: materiały własne

Korekta nadmiaru fałdy powiekowej spowodowała otwarcie oka w postaci poszerzenia szpary powiekowej średnio o 14% (poprawa o 0,5 mm w linii źrenicznej i o 1 mm w linii rąbka rogówki dla obydwu oczu, średnio o 0,75 mm). **Poprzez redukcję fałdy powiekowej uzyskano odkrycie powieki górnej (zwiększenie odległości brzegowo-fałdowej)** średnio o 25% **w oku prawym** (średni wzrost o 0,7 mm, maksymalny wzrost w linii kąta zewnętrznego o 1,35 mm) **oraz o 46% w oku lewym** (średni

i maksymalny wzrost o 1 mm), **co skutkowało wyrównaniem dysproporcji w fałdzie powiekowej pomiędzy prawą a lewą powieką.** Zmniejszenie fałdy powiekowej skutkowało także zmniejszeniem odległości pomiędzy jej brzegiem a dolną krawędzią brwi średnio o 11,4% dla oka prawego (średnio o 1,67 mm i maksymalnie o 2 mm w linii źrenicznej i linii kąta zewnętrznego) oraz o 8,4% dla oka lewego (średnio o 1,33 mm i maksymalnie o 2 mm w linii kąta zewnętrznego).

Wnioski

Powstawanie nadmiaru fałdy powiekowej pojawiające się wraz z wiekiem jest poważnym problemem estetycznym. Do niedawna jedyną dostępną metodą leczenia go była chirurgiczna redukcja nadmiaru skóry. Ponieważ zabieg operacyjny wiąże się z cierpieniem pacjenta i niewygodami związanymi z operacją, wobec pojawienia się alternatywnej metody walki z tym problemem od pewnego czasu obserwuje się wzrost zainteresowania pacjentów zabiegami z wykorzystaniem tzw. zimnej plazmy.

Choć obecnie w Polsce dostępne są urządzenia wytwarzające zimną plazmę, to niestety **cały czas brakuje rzetelnych danych naukowych na temat skuteczności ich działania** (randomizowanych badań klinicznych porównujących skuteczność tej metody w stosunku do chirurgicznej blefaroplastyki oraz publikacji naukowych w Pubmed na temat wykorzystania plazmy w niechirurgicznej blefaroplastyce – powstało zaledwie kilka publikacji w czasopismach nieindeksowanych przez Pubmed). **Brakuje też mierników umożliwiających pomiar efektów klinicznych tej terapii a jedyną formą dokumentacji jest obecnie dokumentacja zdjęciowa. Nie do końca też precyzyjne jest – choć powszechnie stosowane – nazewnictwo tego problemu klinicznego.** Nie mamy tu do czynienia z opadaniem powiek (ptozą), gdyż w zdecydowanej większości przypadków nie dochodzi do zmniejszenia wymiaru górnej średniej odległości odblasku rogówkowego. Tylko w wyjątkowych przypadkach dochodzi do zejścia fałdy powiekowej poniżej brzegu powieki górnej co skutkuje zwężeniem szpary powiekowej (zaawansowane postacie *dermatochalasis*).

Od wczesnej wiosny br. dostępne jest w Europie nowe urządzenie (wyrób medyczny klasy IIb, certyfikat CE nr IT271142) oparte na technologii FDBD, chronione 4 patentami, wyposażone w opatentowaną igłę z dystanserem, co umożliwia większą powtarzalność punktów sublimacji i w konsekwencji może wpływać na szybsze gojenie się pozabiegowe.

W niniejszej publikacji zaprezentowano przypadek 42-letniej kobiety cierpiącej na nadmiar fałdy powiekowej wraz próbą propozycji mierników efektywności zabiegu (pomiary metryczne w 3 liniach, rozszerzona dokumentacja zdjęciowa, skala GAIS, subiektywna skala gojenia). Urządzenie Plasma BT ze względu na innowacyjne rozwiązanie w formie dystansera igły zabiegowej daje nadzieję na szybsze gojenie (obrzęk ustąpił u pacjentki po 2, a strupki odpadły po 3 dobach) i w konsekwencji szybszy powrót do życia zawodowego, a jednocześnie pozwala lekarzowi na indywidualizację terapii (3 tryby pracy, możliwość zmiany poziomu energii) przy wysokim poziomie bezpieczeństwa (pacjenci nie zgłaszają dolegliwości podczas i po zabiegu, nie ma wymogu uziemienia pacjenta).

Podczas zabiegu ważne jest właściwe zadbanie o komfort pacjenta (minimalizacja odczucia bólu). W trakcie powstawania tej publikacji pacjentka zdążyła odbyć już drugi zabieg, do którego została znieczulona kremem zawierającym lidokainę i prylokainę (25 mg + 25 mg/1g) z 45-min okluzją, co wpłynęło na poprawę komfortu podczas zabiegu (ból w skali VAS na poziomie 2, podczas gdy przy pierwszym zabiegu VAS = 4–5). W trakcie zabiegu ani w okresie rekonwalescencji pozabiegowej pacjentka nie zgłaszała żadnych dolegliwości poza obrzękiem utrzymującym się 2 doby.

Kontakt do autora:
kjkaczynski@gmail.com.

Piśmiennictwo

1. Szałatkiewicz J., *Zastosowanie plazmy w technice – aktualne tendencje*, PAR 2010(2), s. 17–20.
2. Morozov A.I., *Introduction to plasma dynamics*, CRC Press 2012, s. 30.
3. Bartkowiak R. i wsp., *Niskotemperaturowa ablacja (Coblation) – nowa metoda elektrochirurgicznego odmładzania skóry twarzy*, Dermatol. Estet. 2004(3).
4. Weltmann K.D., von Woedtke T., *Plasma medicine – current state of research and medical application*. Plasma Phys. Control. Fusion 2017(1), s. 014031.
5. Thompson H., *Why and how to use gas plasma technology for surface treatment in medical devices*, http://www.mddionline.com/article/why-and-how-use-gas-plasma-technology-surface-treatment-medical-devices (dostęp: 16.06.2017).
6. Laroussi M., *Sterilization of contaminated matter with an atmospheric pressure plasma*, IEEE Trans. Plasma Sci. 1996(3), s. 1188.
7. Heinlin J. i wsp., *Plasma medicine: possible applications in dermatology*, J. Dtsch. Dermatol. Ges. 2010(12), s. 968–976.
8. Kogelschatz U., Eliasson B., Egli W., *From ozone generators to flat television screens: history and future potential of dielectric-barrier discharges*, Pure Appl. Chem. 1999(10), s. 1819–1828.
9. Kuchenbecker M. i wsp., *Characterization of DBD plasma source for biomedical applications*, J. Phys. D. Appl. Phys. 2009(4), s. 045212.
10. *Instrukcja użytkownika urządzenia Plasma BT*.
11. Radlanski R.J., Wesker K.H., *Twarz. Atlas anatomii klinicznej*, Warszawa 2015, s. 182–184.
12. Kański J.J., *Okulistyka kliniczna*, Wrocław 2005, s 32–38.
13. *Ukształtowanie powieki górnej (fałda powiekowa) oraz dolnej*, https://antropologia-fizyczna.pl/antropometria/cefaloskopia/uksztaltowanie-powieki-gornej (dostęp: 16.06.2017).