

# Najnowsze metody regeneracji skóry z wykorzystaniem pola elektrycznego

## *Novel skin rejuvenation methods using biomimetic electric field*

### | WSTĘP

W obecnych czasach dbałość o młody wygląd jest nie tylko potrzebą, ale wręcz koniecznością. Powiedzenie „jak Cię widzą, tak Cię piszą” nabiera nowego znaczenia. Niestety, osoby wyglądające na starsze często odbierane są jako nieatrakcyjne i zaniedbane [1]. Dojrzały człowiek powinien być postrzegany w społeczeństwie przede wszystkim jako synonim wiedzy i doświadczenia, a nie oceniany przez pryzmat przemijającej urody. Nowe rozwiązania z zakresu medycyny estetycznej wspomagają w hamowaniu procesów starzenia i zachowaniu atrakcyjnego wyglądu [2].

Lasery tradycyjne, lasery frakcyjne, światło podczerwone, fale radiowe, ultradźwięki to najpopularniejsze czynniki fizyczne wykorzystywane we współczesnej kosmetologii. W przeciwieństwie do bardziej inwazyjnych zabiegów chirurgii plastycznej, metody z ich zastosowaniem są mniej bolesne i nie

wymagają tak długiej rekonwalescencji, a efekty ich działania mogą być również spektakularne. Ostatnimi czasy jednymi z rzadziej wymienianych wśród nowinek są zabiegi wykorzystujące prąd elektryczny. Wprawdzie galwanizacja od dawna wpisana jest w kanon metod stosowanych w kosmetologii, to wydaje się, że okres jej największej popularności minął.

### | HISTORIA

Pierwszego odkrycia istnienia zjawisk elektrycznych w obrębie organizmu dokonał około 1780 roku włoski lekarz Luigi Galvani (1737-1798). Przeprowadził on serię doświadczeń, w których drażniąc zakończenia włókien nerwowych, doprowadzał do skurczów mięśni. W ten sposób udowodnił, że aby wygenerować „wewnętrzna elektryczność”, nie potrzeba ani metali, ani zewnętrznych źródeł prądu [3]. Około 70 lat później niemiecki lekarz i fizjolog Emil du Bois Reymond (1818-1896)

**Marta Kamasińska**

Wyższa Szkoła Biznesu  
i Nauk o Zdrowiu  
ul. Piotrkowska 278  
90-361 Łódź

T: +48 42 683 44 14

E: [martajo@tlen.pl](mailto:martajo@tlen.pl)

### | STRESZCZENIE

Celem artykułu było przedstawienie dwóch najnowszych metod o możliwym zastosowaniu w kosmetologii, bazujących na wytwarzaniu potencjału elektrycznego skóry podobnego do występującego w niej naturalnie. Nieinwazyjne pulsujące pole elektryczne PEF odwracalnie destabilizuje błony komórkowe, zachowując pozostałe składniki tkanek, takie jak macierz zewnątrzkomórkowa ECM (*extracellular matrix*) w niezmiennym stanie. PEF przyczynia się do proliferacji nabłonka i syntezy włókien kolagenowych, dzięki czemu poprawia kondycję skóry i prowadzi do jej odmładzania. Metoda cytomimiczna (CT) wykorzystuje kompleksy cynkowo-miedziowe służące do wytworzenia pola elektrycznego o wartości zbliżonej do istniejącego w skórze w czasie jej regeneracji. CT działa przeciwzapalnie poprzez hamowanie melanogenezy, a *in vitro* działa korzystnie na macierz zewnątrzkomórkową, przyspieszając produkcję kolagenu i elastyny. Obie metody są bardzo obiecujące, a uzyskiwane efekty zachęcają do procedur anti-aging bazujących na wykorzystaniu pól elektrycznych.

**Słowa kluczowe:** nieinwazyjne pulsujące pole elektryczne, PEF, metoda cytomimiczna, regeneracja skóry, zapobieganie starzeniu

### | ABSTRACT

*The aim of this work is to present two novel methods of possible applications in cosmetology considering creation of the electrical potential corresponding to the natural electrical potential of the skin. Non-invasive pulsed electric fields (PEF) reversibly destabilize cell membranes, while preserving other tissue components, such as the extracellular matrix (ECM). As a result PEF lead to proliferation of the epidermal cells and secretion of new collagen fibers, improving skin function and causing its rejuvenation. Cytomimic method uses topical zinc-copper complexes, which couples zinc and copper to create a biomimetic electric field similar to the electric field of the skin during its regeneration. It demonstrates anti-inflammatory activity, by inhibiting melanogenesis and extracellular matrix improvement in vitro, including enhanced collagen and elastin production. Therefore, these two methods seem to be very promising for future anti-aging formulations based on electric field application.*

**Key words:** non-invasive pulse electric field, PEF, cytomimic method, skin rejuvenation, anti-aging

otrzymano / received

14.07.2016

poprawiono / corrected

10.01.2017

zaakceptowano / accepted

09.02.2017

potwierdził, że ludzka skóra posiada aktywność elektryczną. W 1878 roku w Szwajcarii jego następcy Hermann i Luchsinger powiązali istnienie aktywności elektrodermalnej z obecnością gruczołów potowych [4]. Kolejne badania powoli ujawniały coraz więcej szczegółów na temat właściwości elektrycznych skóry. Pierwsze doniesienia o ich wykorzystywaniu w zabiegach kosmetycznych pojawiły się około 1900 roku [5]. Od tamtej pory na rynku pojawiło się wiele metod wykorzystujących zjawiska elektryczne występujące w obrębie skóry. Wśród najważniejszych należałoby wymienić galwanizację, prądy Faradaya, mikroprądy MENS (mikroamperażowa elektryczna stymulacja nerwów) i przezskórną elektrostymulację prądami niskiej częstotliwości TENS (*Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation*). Wprawdzie obecnie najpopularniejsze zabiegi odmładzające odwołujące się do fal radiowych, podczerwieni czy ultradźwięków są nierozdzielnie związane z istnieniem właściwości bioelektrycznych tkanek, ale samo zjawisko przepływu prądu elektrycznego w skórze jest ostatnio rzadziej omawiane.

Dziś wiemy, że zdrowa ludzka skóra posiada swój potencjał elektryczny. W zależności od miejsca na ciele, w którym dokonuje się pomiarów, różnica potencjałów elektrycznych może wynosić od 10 do 60 mV [6]. Kiedy skóra ulega uszkodzeniu, potencjał bioelektryczny jest zaburzony. Chantalat z zespołem wykazali, że drobne uszkodzenia naskórka zmieniają przeznabłonkowy potencjał elektryczny, powodując powstanie odpowiedniego sygnału, który z kolei kieruje migracjami komórek i przyspiesza gojenie ranek. Im bliżej miejsca uszkodzenia wykonywany jest pomiar, tym niższy jest potencjał i silniejsze pole elektryczne. Wraz z wygajaniem rany pole elektryczne staje się słabsze [7]. Badania potwierdzają, że endogenny prąd elektryczny umożliwia odpowiednią orientację i ruch komórek, a także przyspiesza podziały fibroblastów i keratynocytów [8, 9].

## POLE ELEKTRYCZNE W KOSMETOLOGII

Do najnowszych metod pojawiających się na rynku kosmetycznym i wykorzystujących bioelektryczne właściwości tkanek należą nieinwazyjne pulsujące pole elektryczne (PEF) i metoda cytomimiczna.

### Pulsujące pole elektryczne (PEF)

Pierwsze badania z wykorzystaniem PEF dotyczyły przede wszystkim zastosowania tej technologii podczas leczenia ran u dorosłych [10]. O ile proces gojenia w życiu płodowym przebiega raczej bez bliznowacenia, to w latach późniejszych regeneracja bez powstawania blizn jest znacznie trudniejsza. Nieinwazyjne pulsujące pole elektryczne o wysokim napięciu (PEF) to nietermalna metoda ablacyjna, która destabilizuje błony komórek skóry, podczas gdy inne składniki tkanki pozostają w niezmiennym składzie. Właśnie ta ostatnia cecha odróżnia ją od innych metod fizycznych i chemicznych. W przypadku PEF składniki macierzy pozakomórkowej, takie jak włókna kolagenu, elastyny czy metaloproteiny, ważne w przebudowywaniu uszkodzonej tkanki, zachowują swoje pierwotne właściwości [11]. Pod wpływem PEF skóra regeneruje się szybciej i łatwiej. Zespół Golberga przebadał PEF pod kątem

jego wykorzystania do „odmładzania” skóry [12]. Przeprowadzili oni serię eksperymentów na samicach szczura, udowadniając, że pole elektryczne stymuluje regenerację tkanek. W tydzień po zastosowaniu pulsującego pola elektrycznego na skórę zwierząt zaobserwowano 4,5-krotne zwiększenie grubości nabłonka. Metoda PEF wpływała także korzystnie na gęstość włókien kolagenowych. Po tygodniu stosowania wzrastała ona o 55%, wracając po 2 miesiącach do poziomu wyjściowego. Znacznie zwiększało się mikrokrażenie w miejscu poddanym zabiegowi. Po upływie 3 dni od zabiegu było ono na poziomie 133% w stosunku do wartości początkowych. Nieinwazyjne pulsujące pole elektryczne powodowało reepitelizację naskórka, przyspieszając wzrost i proliferację keratynocytów, a jednocześnie nie wpływało na macierz zewnątrzkomórkową. Golberg i jego współpracownicy udowodnili, że z wiekiem potencjał elektryczny wokół uszkodzeń naskórka spada, co może mieć wpływ na gorsze gojenie ran u osób starszych. Słabsza jest bowiem u nich migracja keratynocytów do miejsca uszkodzenia [13]. Możliwość wykorzystania metody pulsującego pola elektrycznego w przyszłości w celu „odmładzania” ludzkiej skóry wydaje się obiecująca. Oczywiście wymaga to sprawdzenia jej skuteczności. Niemniej jednak, jeśli okazałoby się, że PEF działa podobnie na organizm ludzki jak na organizm szczura, to stałoby się to jednym z największych odkryć ostatnich lat. Jest wielce prawdopodobne, że doprowadziłoby to do rewolucji w branży spa&wellness.

### Metoda cytomimiczna

Od pewnego czasu jonom Cu i Zn przypisuje się właściwości „odmładzające”. Współczynnik Cu/Zn w osoczu jest jednym ze wskaźników występowania w organizmie stanu zapalnego i towarzyszących mu wielu różnych chorób przewlekłych, powiązanych ze starzeniem [14, 15]. Jony Cu i Zn odgrywają także istotną rolę antyoksydacyjną w stanach zapalnych skóry [16]. Znana jest rola wolnych rodników ponadtlennokowych w prawidłowym przebiegu procesów metabolicznych. Wiadomo także, iż są one niezbędnym elementem ataku białych krwinek na bakterie i wirusy. Niestety, jeśli nie zostaną one w porę „zneutralizowane”, mogą poczynić w organizmie duże spustoszenie, np. powodując peroksydację lipidów błon komórkowych. Do ich eliminacji niezbędne są enzymy, takie jak dysmutaza ponadtlennokowa. Jej prawidłowe funkcjonowanie zależy między innymi od obecności jonów Zn i Cu [17]. Jak się jednak okazuje, jony Cu i Zn mogą także odpowiadać za wytwarzanie pola elektrycznego w obrębie tkanek.

Pierwszymi widocznymi objawami fotostarzenia obserwowanymi na twarzy są pojawiające się często w okolicach oczu tzw. worki, będące skutkiem utraty jędrności skóry. Wspomniany już wcześniej zespół J. Chantalat potwierdził eksperymentalnie, że galwaniczny kompleks cynkowo-miedziowy generuje powstawanie tzw. pola biomimetycznego i przez to działa odmładzająco na te właśnie obszary skóry. W 2010 roku dyrektor naukowy firmy Johnson&Johnson dr Y. Sun ogłosił na 68. Zjeździe Amerykańskiej Akademii Dermatologów: „...technologia (cytomimiczna) przypomina wytwarzanie naturalnego endogennego pola elektrycznego, dzięki któremu skóra ulega odmłodzeniu, regeneracji i odnowie”.

Kilkumikrometrowe kompleksy jonów cynku pokrytych częściowo miedzią funkcjonują niczym miniaturowe baterie. Po wejściu w kontakt z odpowiednią substancją aktywującą wytwarzają minipotentjał elektryczny. Ten ostatni ma znaczenie dla stymulowania wielu procesów zachodzących w skórze [18]. Kompleksy wykazują działanie przeciwzapalne i wpływają korzystnie na macierz międzykomórkową. Dodatkowo stymulują produkcję kolagenu i elastyny, zwiększając jędrność skóry.

W ośmiotygodniowym eksperymencie J. Chantalat udział wzięły 124 kobiety (40-65 lat) charakteryzujące się typowymi objawami fotostarzenia. Produkty zawierające kompleksy cynkowo-miedziowe spowodowały u nich znaczną poprawę kondycji skóry. Była ona u nich bardziej rozświetlona, zmniejszyły się cienie pod oczami i przebarwienia, a także zanikały drobne zmarszczki. Przeciwnie działanie związków miedziowo-cynkowych stwierdzono już wcześniej, stosując na skórę preparaty zawierające jony Zn i Cu w postaci związanej z kwasem malonowym. Mahoney M.G. i jego zespół również zauważyli korzystne działanie kompleksu miedziowo-cynkowego na zwiększoną syntezę elastyny [19]. U 21 pacjentek, u których wykonali oni biopsję skóry, po 6 tygodniach stosowania kremu zawierającego związku Zn-Cu zanotowali tworzenie od nowa włókien elastynowych. Badania histopatologiczne nie tylko ujawniły powstanie dodatkowych połączeń skórno-naskórkowych, ale także wzrost liczby cząsteczek nieusieciowanej (nieodjrzałej) tropoelastyny, co sugeruje regenerację tkanek.

Z kolei Kaur S. i jej współpracownicy w swoich badaniach wykazali, że mikrocząsteczki Zn-Cu hamują melanogenezę poprzez redukcję wydzielania endoteliny 1 przez keratynocyty i regulację ekspresji genu tyrozynazy [20]. Podczas gdy endotelina 1 jest mediatorem pigmentacji wywołanej promieniowaniem UVB [21], tyrozynaza jest niezbędnym katalizatorem syntezy eumelaniny i feomelaniny [22]. Dodatkowo mikrostruktury miedziowo-cynkowe zmniejszają także odkładanie się samej melaniny. Czy to oznacza, że odpowiednie pole elektryczne wygenerowane w obrębie naszej skóry przy użyciu odpowiednich stężeń jonów Cu i Zn ma aż tak wielkie znaczenie dla zachodzących w niej procesów? Na pewno nie chodzi tu wyłącznie o potencjał elektryczny, ale niewątpliwie może on mieć w regeneracji i odmładzaniu rolę znaczącą.

## PODSUMOWANIE

Zabiegi z wykorzystaniem prądu elektrycznego w salonach kosmetycznych znane są od lat. Wydawałoby się, że ich działanie na skórę zostało już dokładnie poznane i na rynku nie pojawia się nic nowego. Okazuje się, że zjawisko to nadal otwiera nowe, nieznanne dotąd możliwości. Do dziś nie wyjaśniono do końca szczegółów regenerowania się tkanek, powstawania bliznowców itp.

Powrót do starych, sprawdzonych metod i spojrzenie na nie z innej perspektywy napawa optymizmem. Pulsujące pola elektryczne i kompleksy miedziowo-cynkowe znane są od dawna. Związki zawierające miedź można było znaleźć w preparatach kosmetycznych już w czasach starożytnych. Kojące właściwości tlenku cynku dobrze poznano w XIX wieku. Dziś, dzięki aparatom analizującym potencjał elektryczny skóry wiemy, że po połączeniu tych dwóch

składników możemy otrzymać coś zupełnie nowego. Zestawienie wiedzy na temat mechanizmu działania z informacjami dotyczącymi efektów *in vivo* pozwala na tworzenie nowych kosmetyków.

Pulsujące pole elektryczne również znane jest od dawna. Medycyna od wielu lat bada jego wpływ na procesy gojenia się tkanek. Cieszy fakt, że znaleziono dla tego czynnika nowe zastosowanie regeneracyjne i odmładzające. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że branża spa i wellness bardzo na tym skorzysta.

Autorzy będą obserwować rynek i wyczekiwać pierwszych sygnałów o pojawieniu się polskich kosmetyków i preparatów wykorzystujących indukowany w skórze potencjał elektryczny oraz o wykorzystywaniu podczas zabiegów anti-aging w gabinetach odnowy biologicznej endogennego prądu wytwarzanego w obrębie tkanek. Wraz ze zgłębieniem wszystkich tajemnic wiedzy o właściwościach bioelektrycznych skóry możliwa stanie się regeneracja tkanek w szybki i nieinwazyjny sposób.

## LITERATURA

1. V. Sherrow: *For Appearance' Sake: The Historical Encyclopedia of Good Looks, Beauty, and Grooming*. Greenwood Publishing Group, 2001, 13-14.
2. R. Honigman, J. Castle: *Aging and cosmetic enhancement*, Clinical Interventions in Aging, 1, 2006, 115-119.
3. M. Piccolino: *Luigi Galvani and animal electricity: two centuries after the foundation of electrophysiology*, Trends in Neurosciences, 20, 1997, 443-448.
4. W. Boucsein: *Electrodermal Activity*. Wuppertal, Germany: Springer Science & Business Media
5. Lindstrom, Smith C.O.: *Popular mechanics advertising section*, w *Popular mechanics*. Hearst Magazines, 2, 1909, 147.
6. I.S. Foulds, A.T. Barker: *Human skin battery potentials and their possible role in wound healing*, British Journal of Dermatology, 5, 1983, 515-522.
7. J. Chantalat, E. Bruning, Y. Sun, J.C. Liu: *Application of a topical biomimetic electrical signaling technology to photo-aging: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial of a galvanic zinc-copper complex*, Journal of Drugs in Dermatology, 1, 2012, 30-37.
8. C.E. Pullar, R.R. Isseroff, R. Nuccitelli: *Cyclic AMP-dependent protein kinase A plays a role in the directed migration of human keratinocytes in a DC electric field*, Cell Motility and the Cytoskeleton, 4, 2001, 207-217.
9. B. Farboud, R. Nuccitelli, I.R. Schwab, and R.R. Isseroff: *Electric fields induce rapid directional migration in cultured human corneal epithelial cells*, Experimental Eye Research, 5, 2000, 667-673.
10. A. Golberg, F. Broelsch, S. Bohr, M.C.Jr. Mihm, W.G.Jr. Austen, H. Albadawi, M.T. Watkins, M.L. Yarmush: *Non-thermal, pulsed electric field cell ablation: A novel tool for regenerative medicine and scarless skin regeneration*, Technology, 1, 2013, 1-7.
11. Z. Zhu, J. Ding, H.A. Shankowsky, E.E. Tredget: *The molecular mechanism of hypertrophic scar*, Journal of Cell Communication and Signaling, 7, 2013, 239-252.
12. A. Golberg, S. Khan, V. Belov, K.P. Quinn, H. Albadawi, G.F. Broelsch, M.T. Watkins, I. Georgakoudi, M. Papisov, M.C.Jr. Mihm, W.G.Jr. Austen, M.L. Yarmush: *Skin Rejuvenation with Non-Invasive Pulsed Electric Fields*, Scientific Reports - Nature, 5, 2015, 1-17.
13. R. Nuccitelli, P. Nuccitelli, C. Li, S. Narsing, D.M. Pariser, K. Lui: *The electric field near human skin wounds declines with age and provides a non-invasive indicator of wound healing*, Wound Repair and Regeneration, 5, 2011, 645-655.
14. M. Tasaki, K. Hanada, I. Hashimoto: *Analyses of Serum Copper and Zinc Levels and Copper/Zinc Ratios in Skin Diseases*, The Journal of Dermatology, 20, 1993, 21-24.
15. M.G. Malavolta, F. Piacenza, A. Basso, R. Giacconi, L. Costarelli, E. Mocchegiani: *Serum copper to zinc ratio: Relationship with aging and health status*, Mechanisms of Ageing and Development, 151, 2015, 93-100.
16. Y. Niwa: *Lipid peroxides and superoxide dismutase (SOD) induction in skin inflammatory diseases, and treatment with SOD preparations*, Dermatologica, 179, Suppl. 1, 1989, 101-106.
17. E.D. Harris: *Copper homeostasis: the role of cellular transporters*, Nutrition Reviews, 59, 2001, 281-285.
18. V. Nollent, M. Lanctin, A. Nkengne, C. Bertin: *A ZnCu-based eye anti-aging complex*, Cosmetics and toiletries Science Applied, 127, 2012, 718-725.
19. M.G. Mahoney, D. Brennan, B. Starcher, J. Faryniarz, J. Ramirez, R. Parr, J. Uitto: *Extracellular matrix in cutaneous ageing: the effects of 0.1% copper-zinc malonate-containing cream on elastin biosynthesis*, Experimental Dermatology, 18, 2009, 205-211.
20. S. Kaur, P. Lyte, M. Garay, F. Liebel, Y. Sun, J.C. Liu, M.D. Southall: *Galvanic zinc-copper microparticles produce electrical stimulation that reduces the inflammatory and immune responses in skin*, Archives of Dermatology Resources, 303, 2011, 551-562.
21. G. Imokawa, T. Kobayashi, M. Miyagishi, K. Higashi, Y. Yada: *The role of endothelin-1 in epidermal hyperpigmentation and signaling mechanisms of mitogenesis and melanogenesis*, Pigment Cell & Melanoma Research, 10, 1997, 218-228.
22. J.P. Ebancks, R.R. Wickert, R.E. Boissy: *Mechanisms Regulating Skin Pigmentation: The Rise and Fall of Complexion Coloration*, International Journal of Molecular Science, 10, 2009, 4066-4087.