



SYSTEMATIC REVIEW

PRZEGLĄD SYSTEMATYCZNY

Synergistic methods for the prevention of facial skin aging: device-based treatments, diet and supplementation

Synergiczne metody profilaktyki starzenia skóry twarzy: zabiegi aparaturowe, dieta i suplementacja

Sylwia Olszewska^a, Karolina Trzeciak^{b*}

Higher School of Health Sciences in Bydgoszcz, Poland

Wyższa Szkoła Nauk o Zdrowiu w Bydgoszczy



^b <https://orcid.org/0009-0009-1147-9014>

DOI: <https://doi.org/10.20883/jofa.120>

* Corresponding author / Osoba do kontaktu
k.trzeciak@wsnoz.edu.pl

ABSTRACT

Introduction. Skin aging is a natural biological process influenced by both endogenous and exogenous factors. Modern aesthetic cosmetology aims to develop effective anti-aging prevention methods that combine various therapeutic approaches to maintain youthful skin appearance.

Aim. The aim of this review article was to present the synergistic effects of device-based treatments, a balanced diet, and properly selected supplementation in the comprehensive prevention of facial skin aging.

Material and methods. Based on a literature review from 2013 to 2025, the mechanisms of selected technologies—such as radiofrequency, ultrasound, laser therapy, and carboxytherapy—were analyzed. Additionally, the role of nutrients and dietary supplements that support skin

STRESZCZENIE

Wstęp. Starzenie się skóry jest naturalnym procesem biologicznym, na który wpływają czynniki endogenne i egzogenne. Współczesna kosmetologia estetyczna dąży do opracowania skutecznych metod profilaktyki przeciwstarzeniowej, łączących różne formy terapii.

Cel. Celem niniejszego artykułu było przedstawienie synergicznego działania zabiegów aparaturowych, zbilansowanej diety oraz odpowiednio dobranej suplementacji w kompleksowej profilaktyce starzenia skóry twarzy.

Materiał i metody. Na podstawie przeglądu literatury z lat 2013–2025 przeanalizowano mechanizmy działania wybranych technologii zabiegowych, takich jak radiofrekwencja, ultradźwięki, laseroterapia i karboksyterapia. Uwzględniono również znaczenie składników

regeneration processes was discussed.

Results and conclusions. The reviewed studies indicate that the combination of device-based therapies with a balanced diet and supplementation provides better aesthetic outcomes than the use of single methods. An integrated anti-aging approach allows for the long-term maintenance of skin firmness, elasticity, and a healthy facial appearance. Effective anti-aging prevention requires both external and internal care, including a holistic understanding of skin physiology and individualized cosmetological strategies.

Keywords: anti-aging, aesthetic cosmetology, facial skin, device-based treatments, supplementation.

Introduction

Skin aging is a complex, multifactorial process involving changes both in cellular structures and in the extracellular matrix. Loss of elasticity, firmness and hydration results from the cumulative damage caused by intrinsic factors—such as oxidative stress and hormonal imbalances—and extrinsic factors, including UV radiation, environmental pollution and improper skincare. Contemporary aesthetic cosmetology aims to develop effective, non-invasive methods that support the skin's natural regenerative processes and delay visible signs of aging.

The literature increasingly emphasizes the importance of a holistic approach that combines multiple preventive components: device-based therapies, a healthy diet and supplementation that supports metabolic and repair processes in the skin. Integrated anti-aging strategies not only improve external appearance, but also support the skin's function as the body's protective barrier. The aim of this article is to analyze the synergistic effects of cosmetology treatments, diet and supplementation in the prevention of facial skin aging, based on current scientific and clinical data.

Material and methods

The literature analysis was conducted using publications available in recognized databases: PubMed, ScienceDirect, Elsevier, SpringerLink and Google Scholar. The following keywords were used: "anti-aging", "skin aging", "facial reju-

odzywczych i suplementów wspierających regenerację skóry.

Wynik i wnioski. Dostępne badania wskazują, że połączenie terapii aparaturowych z właściwą dietą i suplementacją przynosi lepsze efekty estetyczne niż stosowanie pojedynczych metod. Zintegrowane podejście do profilaktyki anti-aging pozwala na długotrwałe utrzymanie jędrności, elastyczności i zdrowego wyglądu skóry twarzy. Skuteczna profilaktyka wymaga uwzględnienia aspektów wewnętrznych i zewnętrznych starzenia oraz indywidualnego dopasowania metod kosmologicznych.

Słowa kluczowe: anti-aging, kosmetologia estetyczna, skóra twarzy, zabiegi aparaturowe, suplementacja.

Wstęp

Proces starzenia się skóry stanowi złożony i wieloczynnikowy mechanizm, który obejmuje zarówno zmiany zachodzące w strukturach komórkowych, jak i w macierzy pozakomórkowej. Utrata elastyczności, jędrności i nawilżenia skóry jest wynikiem kumulacji uszkodzeń spowodowanych czynnikami wewnętrznymi, takimi jak stres oksydacyjny czy zaburzenia hormonalne, oraz zewnętrznymi, w tym promieniowaniem UV, zanieczyszczeniami środowiskowymi i nieprawidłową pielęgnacją. Współczesna kosmetologia estetyczna dąży do opracowania skutecznych, nieinwazyjnych metod wspomagających naturalne procesy regeneracji skóry i opóźniających widoczne objawy starzenia.

W literaturze coraz częściej podkreśla się znaczenie podejścia holistycznego, które łączy różne aspekty profilaktyki: terapie aparaturowe, zdrową dietę oraz suplementację wspomagającą procesy metaboliczne i naprawcze w skórze. Zintegrowane strategie anti-aging nie tylko poprawiają wygląd zewnętrzny, ale także wspierają funkcjonowanie skóry jako bariery ochronnej organizmu. Celem niniejszego artykułu jest analiza synergicznego działania zabiegów kosmologicznych, diety oraz suplementacji w profilaktyce przeciwstarzeniowej skóry twarzy, w oparciu o aktualne dane naukowe i kliniczne.

Materiał i metody

Analizę literatury przeprowadzono w oparciu o publikacje dostępne w renomowanych bazach

vention", "esthetic cosmetology", "radiofrequency", "HIFU", "laser therapy", "carboxytherapy", "LED therapy" and "mesotherapy". The review included original research articles, review papers, clinical reports, and selected academic textbooks and monographs as supplementary sources in cosmetology and aesthetic medicine. Data from individual publications were compared with respect to efficacy, mechanism of action and safety of the methods used. Potential interactions between different therapeutic techniques—device-based treatments, diet and supplementation—were also assessed to determine their synergistic impact on regenerative and anti-aging processes of the facial skin [1-4].

Mechanisms of facial skin aging

Skin aging is a natural biological process in which cellular functions gradually slow down and regenerative capacity decreases. This phenomenon includes endogenous factors—genetic, hormonal and metabolic—as well as exogenous factors, among which UV radiation, oxidative stress, environmental pollution and an unhealthy lifestyle are particularly important.

With age, fibroblasts produce less type I and III collagen and elastin, which leads to reduced skin elasticity. At the same time, the amount of hyaluronic acid—responsible for binding water in the intercellular space—decreases.

At the cellular level, telomeres shorten, free radicals accumulate and redox balance is disturbed. As a result, skin repair processes slow down and the epidermal structure becomes thinner, less resistant to external factors and more prone to wrinkles and hyperpigmentation [1-4].

Device-based treatments in anti-aging prevention

The development of cosmetology technologies has enabled advanced skin stimulation methods that act on multiple levels—from superficial exfoliation to deep remodeling of collagen fibers. These devices use various forms of energy (electrical, light, mechanical or thermal), activating natural regenerative processes in the skin. Their efficacy in anti-aging prevention is supported by clinical studies and practical observations reported in the literature [1-4].

danych: PubMed, ScienceDirect, Elsevier, SpringerLink oraz Google Scholar. Wykorzystano następujące słowa kluczowe: „anti-aging”, „skin aging”, „facial rejuvenation”, „esthetic cosmetology”, „radiofrequency”, „HIFU”, „laser therapy”, „carboxytherapy”, „LED therapy” oraz „mesotherapy”. Do przeglądu włączono artykuły naukowe, prace przeglądowe, raporty kliniczne oraz wybrane podręczniki akademickie i monografie, stanowiące uzupełniające źródła wiedzy w zakresie kosmetologii i medycyny estetycznej. Dane z poszczególnych publikacji porównano w kontekście skuteczności, mechanizmu działania oraz bezpieczeństwa stosowanych metod. Oceniano również potencjalne interakcje pomiędzy różnymi technikami terapeutycznymi, w tym zabiegami aparaturowymi, dietą i suplementacją, w celu określenia ich synergicznego wpływu na procesy regeneracyjne i przeciwstarzeniowe skóry twarzy [1-4].

Mechanizmy starzenia skóry twarzy

Starzenie się skóry jest naturalnym procesem biologicznym, w którym dochodzi do stopniowego spowolnienia funkcji komórek oraz zmniejszenia zdolności regeneracyjnych. Zjawisko to obejmuje zarówno czynniki endogenne – genetyczne, hormonalne i metaboliczne – jak i egzogenne, wśród których najistotniejsze znaczenie ma promieniowanie UV, stres oksydacyjny, zanieczyszczenia środowiskowe oraz nieprawidłowy styl życia.

Z wiekiem fibroblasty produkują coraz mniej kolagenu typu I i III oraz elastyny, co prowadzi do utraty elastyczności skóry. Jednocześnie zmniejsza się ilość kwasu hialuronowego, odpowiedzialnego za wiązanie wody w przestrzeni międzykomórkowej.

Na poziomie komórkowym dochodzi do skracania telomerów, akumulacji wolnych rodników i zaburzenia równowagi oksydacyjno-redukcyjnej. W efekcie procesy naprawcze skóry ulegają spowolnieniu, a struktura naskórka staje się cieńsza, mniej odporna na czynniki zewnętrzne i bardziej podatna na powstawanie zmarszczek oraz przebarwień [1-4].

Zabiegi aparaturowe w profilaktyce przeciwstarzeniowej

Rzeczywistość technologii kosmetologicznych umożliwiła stworzenie zaawansowanych metod stymulacji skóry, które działają wielopoziomowo – od powierzchniowego złuszczenia po głęboką przebudowę włókien kolagenowych. Urządzenia te wykorzystują różne formy energii: elektryczną,

I. Needle-free mesotherapy as a non-invasive skin revitalization method

Needle-free mesotherapy is one of the most frequently used methods in aesthetic cosmetology, enabling effective, non-invasive delivery of active substances into deeper skin layers. The technology is based on electroporation, i.e., a temporary increase in cell membrane permeability induced by low-intensity electrical impulses. As membrane lipids reorganize, microchannels form, facilitating penetration of bioactive substances—such as vitamins, amino acids, biomimetic peptides, hyaluronic acid and antioxidants—into the dermis. The mechanism includes stimulation of fibroblast metabolism, improved microcirculation and tissue oxygenation, and increased synthesis of collagen and elastin. Clinically, this results in improved skin tone and elasticity, reduced wrinkles and more even skin tone.

Unlike classic injection techniques, the procedure is painless, non-invasive and requires no downtime, making it suitable also for sensitive and vascular skin types. In anti-aging cosmetology, needle-free mesotherapy is used for revitalization of the face, neck, décolleté and hands. Cocktails most commonly contain hyaluronic acid, vitamins A, C and E, coenzyme Q10 and biomimetic peptides, supporting regeneration and hydration. Treatment effects can be enhanced by combining mesotherapy with other technologies such as sonophoresis, radiofrequency (RF) or LED therapy, producing synergy and prolonging results. The effectiveness of ultrasound and physical impulses in increasing penetration of active substances through the skin barrier has been described in experimental and review studies [29].

Regular treatment series (4–6 sessions at 1–2-week intervals) lead to gradual remodeling, increased skin density and improved overall condition. Due to high efficacy and safety, needle-free mesotherapy is an important element of comprehensive anti-aging prevention and facial skin biorevitalization programs [1,5].

II. Carboxytherapy—skin renewal and oxygenation

Carboxytherapy is an innovative method used in aesthetic cosmetology and anti-aging medi-

świetlną, mechaniczną lub ciepłą, pobudzając naturalne procesy regeneracyjne w skórze. Ich skuteczność w profilaktyce przeciwstarzeniowej potwierdzają badania kliniczne oraz obserwacje praktyczne opisywane w literaturze [1–4].

I. Mezoterapia bezigłowa jako bezinwazyjna metoda rewitalizacji skóry

Mezoterapia bezigłowa jest jedną z najczęściej stosowanych metod w kosmetologii estetycznej, umożliwiającą skuteczne i nieinwazyjne wprowadzenie substancji aktywnych w głąb skóry. Technologia ta opiera się na zjawisku elektroporacji, polegającym na czasowym zwiększeniu przepuszczalności błon komórkowych pod wpływem impulsów elektrycznych o niskim natężeniu. W wyniku reorganizacji lipidów błonowych powstają mikrokanały, które ułatwiają przenikanie substancji biologicznie czynnych, takich jak witaminy, aminokwasy, peptydy biomimetyczne, kwas hialuronowy czy antyoksydanty, do skóry właściwej. Mechanizm działania mezoterapii bezigłowej obejmuje stymulację procesów metabolicznych fibroblastów, poprawę mikrokrążenia i dotlenienia tkanek oraz zwiększenie syntezy kolagenu i elastyny. Efektem klinicznym jest poprawa napięcia i elastyczności skóry, spłycenie zmarszczek oraz wyrównanie kolorytu.

W przeciwieństwie do klasycznych metod iniekcyjnych, zabieg ten jest bezbolesny, nieinwazyjny i nie wymaga okresu rekonwalescencji, co czyni go odpowiednim również dla cer wrażliwych i naczyniowych. W kosmetologii przeciwstarzeniowej mezoterapia bezigłowa znajduje zastosowanie w rewitalizacji skóry twarzy, szyi, dekoltu i dłoni. Najczęściej wykorzystuje się koktajle zawierające kwas hialuronowy, witaminy A, C i E, koenzym Q10 oraz peptydy biomimetyczne, które wspierają regenerację i nawilżenie skóry. Efekty terapii mogą być potęgowane poprzez łączenie mezoterapii z innymi technologiami, takimi jak sonoforeza, fale radio (RF) czy LED-terapia, co daje efekt synergiczny i wydłuża trwałość rezultatów. Skuteczność wykorzystania ultradźwięków i impulsów fizycznych w zwiększaniu penetracji substancji aktywnych przez barierę skórną została opisana w badaniach eksperymentalnych i przeglądowych [29].

Regularne serie zabiegowe (4–6 sesji w odstępach 1–2 tygodni) prowadzą do stopnio-

cine, leveraging the therapeutic effects of carbon dioxide (CO₂). Its mechanism is based on natural physiological processes, making the procedure safe, effective and versatile. Introducing CO₂ into the skin improves microcirculation, increases tissue oxygenation and stimulates regenerative processes. **Table 1** summarizes the most important information regarding the procedure, effects and applications of carboxytherapy [5,6].

III. high-frequency radiofrequency (RF)

Radiofrequency is a method that uses high-frequency current energy (0.5–6 MHz) to heat dermal tissues. When temperature rises (to approx. 42–45°C), collagen fibers contract and fibroblasts are stimulated to synthesize new collagen and elastin. This effect is referred to as a thermal lift—skin becomes firmer, more elastic and smoother.

From a cosmetologist's perspective, choosing the appropriate RF type is crucial:

- › Monopolar RF—deep action, often used for facial and body contouring.
- › Bipolar RF—more superficial, used for face, neck and décolleté treatments.
- › Fractional microneedle RF—combines thermal effects with microneedling, intensifying regeneration and improving skin density.

The procedure is effective for aging prevention and as support for mesotherapy, carboxytherapy or laser therapy. Indications include skin laxity, loss of firmness, expression lines, enlarged pores and acne scars. No downtime is required, and effects build over time, with improved skin tightness observed for 2–3 months after completing therapy [6,7].

IV. microneedle radiofrequency—cell-level lifting and remodeling

Microneedle radiofrequency is one of the most advanced technologies used in aesthetic cosmetology for prevention and treatment of facial skin aging. It combines two key mechanisms—microneedling and tissue heating via RF energy—enabling simultaneous stimulation of regeneration and remodeling of collagen and elastin fibers. Compared with classic non-ablative RF, the microneedle version offers higher precision, depth control and the ability to individualize

wej przebudowy struktury skóry, zwiększenia jej gęstości i poprawy ogólnej kondycji. Ze względu na wysoką skuteczność i bezpieczeństwo, mezoterapia bezigłowa stanowi istotny element kompleksowych programów profilaktyki przeciwstarzeniowej i biorewitalizacji skóry twarzy [1,5].

II. Karboksyterapia – odnowa i dotlenienie skóry

Karboksyterapia to innowacyjna metoda stosowana w kosmetologii estetycznej oraz medycynie przeciwstarzeniowej, wykorzystująca terapeutyczne działanie dwutlenku węgla (CO₂). Mechanizm jej działania opiera się na naturalnych procesach fizjologicznych organizmu, dzięki czemu zabieg jest bezpieczny, skuteczny i wszechstronny. Wprowadzenie CO₂ do skóry prowadzi do poprawy mikrokrążenia, zwiększenia dotlenienia tkanek i pobudzenia procesów regeneracyjnych.

W tabeli 1 przedstawiono zestawienie najważniejszych informacji dotyczących przebiegu, efektów oraz zastosowań karboksyterapii [5,6].

III. Fale radiowe o wysokiej częstotliwości

Fala radiowa to metoda, która wykorzystuje energię prądu o wysokiej częstotliwości (0,5–6 MHz) do podgrzewania tkanek skóry właściwej. W wyniku wzrostu temperatury (do ok. 42–45°C) dochodzi do obkurczenia włókien kolagenowych oraz pobudzenia fibroblastów do syntezy nowego kolagenu i elastyny. Efekt ten określany jest jako lifting termiczny – skóra staje się bardziej napięta, sprężysta i wygładzona.

Z punktu widzenia kosmetologa, kluczowe znaczenie ma dobór rodzaju fali radiowej:

- › Monopolarna RF – oddziałuje głęboko, często wykorzystywana w zabiegach modelowania owalu twarzy i ciała.
- › Bipolarna RF – działa płycej, stosowana w terapiach skóry twarzy, szyi i dekoltu.
- › Frakcyjna RF mikroigłowa – łączy efekt termiczny z mikronakłuwaniem, co intensyfikuje regenerację i poprawia gęstość skóry.

Zabieg doskonale sprawdza się w profilaktyce starzenia skóry oraz w terapiach wspomagających zabiegi mezoterapii, karboksyterapii czy laseroterapii. Wskazania obejmują wiotkość skóry, utratę jędrności, zmarszczki mimiczne, rozszerzone pory i blizny potrądzikowe. Nie

▼ **Table 1.** Characteristics, mechanism of action and effects of carboxytherapy

▼ **Tabela 1.** Charakterystyka, mechanizm działania i efekty karboksyterapii

	Description / Characteristics <i>Opis / Charakterystyka</i>
Mechanism of action <i>Mechanizm działania</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Vasodilation and increased blood flow. <i>Rozszerzenie naczyń krwionośnych i wzrost przepływu krwi.</i> – Bohr effect–enhanced oxygen release from hemoglobin. <i>Efekt Bohra – zwiększone uwalnianie tlenu z hemoglobiny.</i> – Stimulation of fibroblasts to produce collagen, elastin and hyaluronic acid. <i>Pobudzenie fibroblastów do produkcji kolagenu, elastyny i kwasu hialuronowego.</i> – Improved cellular metabolism and oxygenation. <i>Poprawa metabolizmu i dotlenienia komórek.</i>
Treatment effects <i>Efekty zabiegowe</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Increased skin tone, elasticity and density. <i>Zwiększenie napięcia, elastyczności i gęstości skóry.</i> – Reduction of wrinkles and nasolabial folds. <i>Redukcja zmarszczek i bruzd nosowo-wargowych.</i> – Improved facial contour and complexion. <i>Poprawa owalu twarzy i kolorytu cery.</i> – Reduction of cellulite, adipose tissue, scars and stretch marks. <i>Redukcja cellulitu, tkanki tłuszczowej, blizn i rozstępów.</i> – Revitalization of tired, dull skin. <i>Rewitalizacja skóry zmęczonej i pozbawionej blasku.</i>
Cosmetology applications <i>Zastosowanie kosmetyczne</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Stand-alone procedure or an adjunct to other device-based therapies (radiofrequency, HIFU, microneedle mesotherapy). <i>Zabieg samodzielny lub uzupełniający inne terapie aparaturowe (radiofrekwencja, HIFU, mezoterapia mikroigłowa).</i> – Synergy with PRP or PRF for a stronger biorevitalization effect. <i>Synergia z PRP lub PRF dla silniejszego efektu biorewitalizacji.</i> – Anti-aging prevention for the face, neck and décolleté. <i>Profilaktyka przeciwstarzeniowa twarzy, szyi i dekoltu.</i>
Procedure course <i>Przebieg zabiegu</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Duration: 10–30 minutes. <i>Czas trwania: 10–30 minut.</i> – Gas administered using a dosing device with pressure and volume control. <i>Gaz podawany przy użyciu urządzenia dozującego, z kontrolą ciśnienia i objętości.</i> – Possible sensation of tightness, warmth or tingling (resolves after a few minutes). <i>Możliwe uczucie rozpięcia, ciepła lub mrowienia (ustępuje po kilku minutach).</i> – Short-term swelling and redness as a physiological response. <i>Krótkotrwały obrzęk i zaczerwienienie jako reakcja fizjologiczna.</i> – Recommended series: 6–10 treatments every 7–10 days. <i>Zalecana seria: 6–10 zabiegów co 7–10 dni.</i>
Biological action <i>Działanie biologiczne</i>	<ul style="list-style-type: none"> – Improved microcirculation and cellular metabolism. <i>Poprawa mikrokrążenia i metabolizmu komórkowego.</i> – Increased tissue oxygenation and nourishment. <i>Wzrost dotlenienia i odżywienia tkanek.</i> – Activation of regenerative processes and cellular renewal. <i>Aktywacja procesów regeneracyjnych i odnowy komórkowej.</i> – Strengthening of the skin barrier function. <i>Wzmocnienie funkcji barierowych skóry.</i>
Indications <i>Wskazania do zabiegu</i>	Biological aging, photoaging, loss of firmness, wrinkles, dull complexion, cellulite, stretch marks, scars. <i>Starzenie biologiczne, fotostarzenie, utrata jędrności, zmarszczki, szary koloryt, cellulit, rozstępy, blizny.</i>
Safety <i>Bezpieczeństwo</i>	A minimally invasive procedure consistent with the body's natural physiological processes; requires adherence to aseptic principles. <i>Zabieg małoinwazyjny, zgodny z naturalnymi procesami fizjologicznymi organizmu, wymaga zachowania zasad aseptyki.</i>
Clinical effectiveness <i>Efektywność kliniczna</i>	Initial effects visible after several treatments; full results after completing a series of 6–10 sessions. <i>Pierwsze efekty widoczne po kilku zabiegach; pełne rezultaty po wykonaniu serii 6–10 sesji.</i>

Source: author's own compilation based on the literature [5,6].

Źródło: opracowanie własne na podstawie literatury [5,6].

parameters. This provides a lifting and tightening effect without surgery and with minimal downtime. Clinical studies have shown that microneedle RF leads to significant neocollagenesis and improves skin structure while maintaining a high safety profile [30]. **Table 2** presents a concise overview of the technology, its mechanism, therapeutic effects and role in comprehensive anti-aging prevention [8,9].

V. Endermology—a modern method for skin contouring

Endermology, also known as vacuum massage, is an advanced mechanostimulation technique using negative pressure and a roller system to stimulate metabolism, improve circulation and support skin regeneration. Initially used mainly for cellulite therapy and body contouring, it is now widely applied in facial aesthetic cosmetology as a lifting, draining and anti-aging method. The mechanism involves suction of a skin-fat fold into the treatment chamber, where it is rhythmically massaged by moving rollers. This mechanical stimulation activates fibroblasts, increasing production of type I and III collagen and elastin. It also improves microcirculation, accelerates lymphatic drainage and

wymaga rekonwalescencji, a efekty narastają w czasie, obserwuje się poprawę napięcia skóry przez kolejne 2-3 miesiące po zakończeniu terapii [6,7].

IV. Radiofrekwencja mikroigłowa lifting i przebudowa skóry na poziomie komórkowym

Radiofrekwencja mikroigłowa stanowi jedną z najbardziej zaawansowanych technologii wykorzystywanych w kosmetologii estetycznej w kontekście profilaktyki i terapii przeciwstarzeniowej skóry twarzy. Zabieg ten łączy w sobie dwa kluczowe mechanizmy działania – mikro-nakłuwanie i podgrzewanie tkanek przy użyciu energii fal radiowych (RF) – co pozwala na jednoczesną stymulację procesów regeneracyjnych oraz remodelingu włókien kolagenowych i elastynowych. W porównaniu z klasyczną radiofrekwencją nieablacyjną, wersja mikroigłowa charakteryzuje się większą precyzją, kontrolą głębokości działania oraz możliwością indywidualnego dostosowania parametrów zabiegowych do potrzeb pacjenta. Dzięki temu uzyskuje się efekt liftingu i poprawy napięcia skóry bez konieczności interwencji chirurgicznej, przy minimal-

▼ **Table 2.** Characteristics of microneedle radiofrequency in anti-aging facial skin prevention

▼ **Tabela 2.** Charakterystyka radiofrekwencji mikroigłowej w profilaktyce przeciwstarzeniowej skóry twarzy

	Description / Opis
Definition <i>Definicja</i>	Microneedle radiofrequency combines skin microneedling with radiofrequency energy, stimulating regeneration and non-surgical lifting. <i>Radiofrekwencja mikroigłowa łączy mikronakłuwanie skóry z energią fal radiowych, stymulując regenerację i lifting bez zabiegu chirurgicznego.</i>
Mechanism of action <i>Mechanizm działania</i>	Needles (0.5–4 mm) heat deeper skin layers, initiating neocollagenesis and collagen remodeling. <i>Igły (0,5–4 mm) podgrzewają głębsze warstwy skóry, inicjując neokolagenezę i przebudowę kolagenu.</i>
Effects <i>Efekty</i>	Improved firmness, elasticity and skin structure; reduction of wrinkles, scars and stretch marks. <i>Poprawa jędrności, elastyczności i struktury skóry, redukcja zmarszczek, blizn i rozstępów.</i>
Needle types <i>Rodzaje igieł</i>	Insulated needles act in deeper layers; non-insulated needles act along the entire length. Insulation shortens downtime. <i>Igły izolowane działają w głębszych warstwach, nieizolowane – na całej długości. Izolacja skraca rekonwalescencję.</i>
Indications <i>Wskazania</i>	Loss of firmness, wrinkles, scars, enlarged pores, hyperpigmentation, stretch marks. <i>Utrata jędrności, zmarszczki, blizny, rozszerzone pory, przebarwienia, rozstępy.</i>
Post-treatment reactions <i>Reakcje pozabiegowe</i>	Warmth and mild pricking during the procedure; transient erythema up to 24 h. <i>Ciepło i lekkie ukłucia podczas zabiegu, krótkotrwałe zaczerwienienie do 24 h.</i>
Recommendations <i>Zalecenia</i>	Year-round procedure with photoprotection SPF 50+; a series of 3–5 treatments every 4–6 weeks. <i>Zabieg całoroczny z fotoprotekcją SPF 50+, seria 3–5 zabiegów co 4–6 tygodni.</i>
Anti-aging relevance <i>Znaczenie anti-aging</i>	Combines resurfacing and lifting effects; activates fibroblasts and skin regeneration processes. <i>Łączy efekt resurfacingu i liftingu, aktywuje fibroblasty i procesy regeneracji skóry.</i>
Synergy <i>Synergia</i>	Can be combined with mesotherapy, chemical peels or carboxytherapy for synergistic results. <i>Można łączyć z mezoterapią, peelingami lub karboksyterapią dla efektu synergicznego.</i>

Source: author's own compilation based on the literature [8,9].

Źródło: opracowanie własne na podstawie literatury [8,9].

enhances tissue oxygenation. By reactivating cellular metabolism, endermology promotes biological renewal and regenerative capacity. As a result, dermal density increases, skin elasticity improves and expression lines are smoothed. The treatment also improves facial muscle tone, naturally lifting the facial contour without invasive methods.

In anti-aging cosmetology, endermology is used for: loss of elasticity and firmness, facial and neck laxity, lymphatic edema, microcirculation disorders, periorbital puffiness and lymph stasis, and tired, dull complexion. At the cellular level, it promotes angiogenesis and intercellular exchange, improving nutrition and oxygenation and visibly enhancing skin tone and texture. Mechanical drainage helps remove metabolic by-products and toxins, reducing swelling and restoring a healthy glow.

Aesthetically, endermology has lifting, tightening and anti-inflammatory effects, especially in areas affected by laxity and density loss—cheeks, neck and submental region. It can be combined with radiofrequency, needle-free mesotherapy, carboxytherapy or sonophoresis for synergistic effects within comprehensive anti-aging prevention. A session usually lasts 20–40 minutes; mild redness may occur and typically resolves within minutes. For lasting results, a series of 8–10 treatments every 2–3 days is recommended, followed by maintenance once a month. Regular use supports skin structure and function, strengthens natural regenerative capacity and improves firmness and facial contour, contributing to a younger appearance. Because it combines mechanical and physiological action, it is considered one of the most natural and safe non-invasive skin stimulation methods in device-based cosmetology [2,10].

VI. Skin microneedling—rejuvenation through stimulation

Microneedling is a modern technique that stimulates skin regeneration through controlled micro-injuries. It uses specialized devices (dermapens) equipped with micro-needles (typically 12–36) that create hundreds of punctures within the epidermis and dermis.

The goal is to activate the body's natural repair mechanisms without disrupting the skin barrier to an extent that would require prolonged downtime. The mechanism is based on

nym czasie rekonwalescencji. Badania kliniczne wykazały, że radiofrekwencja mikroigłowa prowadzi do istotnej neokolagenezy i poprawy struktury skóry przy zachowaniu wysokiego profilu bezpieczeństwa [30].

Tabela 2 przedstawia skrótową charakterystykę technologii radiofrekwencji mikroigłowej, jej mechanizm działania, efekty terapeutyczne oraz znaczenie w kompleksowej profilaktyce anti-aging [8,9].

V. Endermologia nowoczesna metoda modelowania skóry

Endermologia, znana również jako masaż podciśnieniowy, to zaawansowana technika mechanostymulacji tkanek, wykorzystująca działanie podciśnienia oraz systemu rolkowego, której celem jest pobudzenie procesów metabolicznych, poprawa krążenia i regeneracji skóry. Początkowo stosowana głównie w terapii cellulitu i modelowaniu sylwetki, obecnie znajduje szerokie zastosowanie w kosmetologii estetycznej twarzy jako metoda liftingująca, drenażowa i przeciwstarzeniowa. Mechanizm działania opiera się na zasysaniu fałdu skórno-tłuszczowego do komory zabiegowej, gdzie jest on rytmicznie masowany przez ruchome rolki. W wyniku tego dochodzi do mechanicznego pobudzenia fibroblastów, które reagują na bodźce mechaniczne poprzez zwiększoną produkcję kolagenu typu I, III i elastyny. Stymulacja ta wpływa również na poprawę mikrokrążenia, przyspieszenie drenażu limfatycznego i lepsze dotlenienie tkanek. Z punktu widzenia fizjologii skóry, endermologia powoduje reaktywację metabolizmu komórkowego, co sprzyja odnowie biologicznej i zwiększa jej zdolność do regeneracji. W efekcie następuje zagęszczenie skóry właściwej, poprawa jej sprężystości oraz wygładzenie zmarszczek mimicznych. Zabieg ten poprawia także tonus mięśniowy twarzy, co prowadzi do naturalnego uniesienia owalu bez konieczności stosowania inwazyjnych metod liftingu.

W kosmetologii przeciwstarzeniowej endermologia wykorzystywana jest m.in. w terapii:

- › utraty elastyczności i jędrności skóry,
- › wiotkości skóry twarzy i szyi,
- › obrzęków limfatycznych,
- › zaburzeń mikrokrążenia,
- › opuchnięć i zastoju limfy w okolicy oka,
- › zmęczonej, pozbawionej blasku cery.

Na poziomie komórkowym zabieg pobudza angiogenezę (tworzenie nowych naczyń włosowatych).

a physiological response to injury—activation of a cascade of repair processes, including:

- › fibroblast proliferation,
- › increased synthesis of type I and III collagen, elastin and hyaluronic acid,
- › increased angiogenesis and tissue oxygenation,
- › remodeling of the extracellular matrix.

These processes lead to denser skin, improved structure, firmness and tone, and shallower wrinkles. Microneedling is used not only for anti-aging prevention but also in treatment of acne scars, stretch marks and hyperpigmentation. Depending on needle depth (0.25–2.5 mm), it can act superficially (epidermis) or deeply (dermis). Treatments are performed in a series—4–6 sessions every 4–6 weeks—depending on indications and skin condition.

In cosmetology, the method is often combined with topical application of active substances such as hyaluronic acid, vitamin C, biomimetic peptides, growth factors or hydrolyzed collagen. Microchannels increase epidermal permeability and bioavailability of nutrients, enhancing the regenerative effect. After treatment, transient redness, swelling and a feeling of tightness may occur, typically resolving within 24–48 hours. Effects are long-lasting, and full remodeling occurs over several months. Regular therapy helps maintain a youthful appearance, improves skin cohesion and counteracts loss of elasticity [1,11].

VII. HIFU—focused ultrasound energy in anti-aging prevention

HIFU technology uses a focused ultrasound beam concentrated in a small focal point. It is among the most advanced and effective methods in aesthetic cosmetology for non-invasive skin lifting and improvement of skin density. It lies at the interface between cosmetology and aesthetic medicine and enables rejuvenation without disrupting the epidermis by precisely targeting deep skin structures.

The mechanism of HIFU is based on focusing ultrasound at a specific point in the depth of the skin, creating localized thermal micro-injuries (coagulation points) within the dermis and the superficial musculoaponeurotic system (SMAS). At the focal site, immediate contraction of collagen fibers occurs and fibroblasts are stimulated to synthesize new collagen and elastin. The temperature in the focal zone reaches approximate-

waty) oraz zwiększa wymianę międzykomórkową. Dzięki temu skóra jest lepiej odżywniona i dotleniona, co w widoczny sposób poprawia jej koloryt i strukturę.

Z kolei mechaniczny drenaż wpływa na usuwanie produktów przemiany materii i toksyn, co redukuje obrzęki oraz przywraca skórze zdrowy, promienny wygląd.

W kontekście estetycznym endermologia działa liftingująco, napinająco i przeciwzapalnie, a jej efekty są szczególnie widoczne w rejonach objętych procesem wiotczenia i utraty gęstości skóry – na policzkach, szyi oraz podbródku.

Zabieg można łączyć z innymi technologiami, takimi jak radiofrekwencja, mezoterapia bezigłowa, karboksyterapia czy sonoforeza, uzyskując efekt synergiczny w ramach kompleksowej profilaktyki przeciwstarzeniowej. Sesja zabiegowa trwa zwykle od 20 do 40 minut. Skóra po zabiegu może być lekko zaczerwieniona, jednak objaw ten ustępuje w ciągu kilkunastu minut. Aby uzyskać trwałe rezultaty, zaleca się wykonanie serii 8–10 zabiegów w odstępach 2–3 dni, a następnie zabiegów podtrzymujących raz w miesiącu. Regularne stosowanie tego zabiegu w pielęgnacji anti-aging wpływa korzystnie na strukturę i funkcje skóry, wzmacniając jej naturalne zdolności regeneracyjne, poprawiając napięcie i owal twarzy oraz przywracając młodzieńczy wygląd.

Dzięki połączeniu działania mechanicznego i fizjologicznego uznawana jest za jedną z najbardziej naturalnych i bezpiecznych metod nieinwazyjnej stymulacji skóry w kosmetologii aparaturowej [2,10].

VI. Mikronakłuwanie skóry – odmładzanie poprzez stymulację

Mikronakłuwanie to nowoczesna technika stymulująca procesy regeneracyjne skóry poprzez kontrolowane mikrourazy. Metoda ta wykorzystuje specjalne urządzenia – dermapeny, wyposażone w zestaw mikroigieł (od 12 do 36), które wykonują setki nakłuć w obrębie naskórka i skóry właściwej.

Celem zabiegu jest pobudzenie naturalnych mechanizmów naprawczych organizmu, bez uszkodzania ciągłości bariery skórnej w stopniu wymagającym długiej rekonwalescencji.

Mechanizm działania opiera się na fizjologicznej reakcji skóry na uraz – aktywacji kaskady procesów naprawczych, takich jak:

- › proliferacja fibroblastów,

ly 60–70°C, leading to controlled protein denaturation and triggering tissue regeneration. This phenomenon is referred to as thermal lifting, because tightening results from both shortening of existing collagen fibers and the formation of new supportive structures.

Unlike superficial technologies, HIFU acts pointwise in deep layers, enabling a lifting effect comparable to surgical procedures—without downtime and without risk of epidermal damage. In aesthetic cosmetology, HIFU is used for: lifting of the facial contour and submental area, reducing laxity on the cheeks and neck, smoothing forehead lines, nasolabial folds and crow's feet, improving firmness around the eyelids and under the chin, and therapy for skin laxity due to aging or weight loss.

Depending on the transducer and cartridge type, ultrasound can be delivered at different depths—most commonly 1.5 mm, 3.0 mm and 4.5 mm, and in some devices even 6–13 mm—allowing precise adjustment to skin thickness and treatment area. The deepest level, the SMAS layer, is particularly important because its tightening produces a lifting effect comparable to surgery. HIFU does not require downtime; mild erythema or tenderness may occur and typically resolves within a few hours. Partial tightening may be visible immediately, while full results develop over 8–12 weeks as collagen remodeling occurs. One treatment is usually recommended, with a possible repeat after 12 months depending on skin condition and patient age.

HIFU is an excellent complement to other biostimulatory methods such as microneedle RF, mesotherapy or carboxytherapy; their synergistic combination can produce impressive and durable non-invasive lifting effects. Compared with classic device-based methods, HIFU offers high precision—ultrasound energy is focused at a point—minimizing the risk of overheating superficial tissues and enabling controlled penetration depth. From a cosmetologist's perspective, it requires strong anatomical knowledge and understanding of skin layers to select appropriate energy parameters. Because it can stimulate collagen as well as the muscle–fascia layer, it is regarded as the 'gold standard' in non-invasive facial lifting while remaining safe, effective and well tolerated [12,13].

- › wzmożona synteza kolagenu typu I i III, elastyny i kwasu hialuronowego,
- › wzrost angiogenezy i dotlenienia tkanek,
- › remodelowanie macierzy pozakomórkowej.

W wyniku tych procesów dochodzi do zagęszczenia skóry, poprawy jej struktury, jędrności i napięcia, a zmarszczki ulegają spłyceniu.

Zabieg znajduje zastosowanie nie tylko w profilaktyce przeciwstarzeniowej, lecz także w terapii blizn potrądzikowych, rozstępów oraz przebarwień. W zależności od głębokości nakłuć (od 0,25 do 2,5 mm) mikronakłuwanie może oddziaływać powierzchniowo (naskórek) lub głęboko (skóra właściwa). Zabiegi wykonuje się w serii – 4–6 sesji w odstępach 4–6 tygodni, w zależności od wskazań i kondycji skóry. W kosmetologii metoda ta jest często łączona z aplikacją substancji aktywnych, takich jak kwas hialuronowy, witamina C, peptydy biomimetyczne, czynniki wzrostu czy kolagen hydrolizowany. Dzięki powstałym mikrokanalom zwiększa się przepuszczalność naskórka i biodostępność składników odżywczych, co potęguje efekt regeneracyjny. W okresie pozabiegowym może występować przejściowe zaczerwienienie, obrzęk i uczucie napięcia skóry, które ustępują po 24–48 godzinach. Efekty zabiegu są długotrwałe, a pełna przebudowa skóry zachodzi w ciągu kilku miesięcy. Regularnie wykonywana terapia pozwala zachować młody wygląd skóry, poprawić jej spistość i przeciwdziałać utracie elastyczności [1,11].

VII. HIFU – skoncentrowana energia ultradźwięków w profilaktyce przeciwstarzeniowej

Technologia HIFU która wykorzystuje skupioną w małym punkcie wiązkę fal ultradźwiękowych o dużym natężeniu. Stanowi jedną z najbardziej zaawansowanych i skutecznych metod wykorzystywanych w kosmetologii estetycznej do nieinwazyjnego liftingu skóry oraz poprawy jej gęstości. Jest to metoda z pogranicza kosmetologii i medycyny estetycznej, która dzięki precyzyjnemu działaniu na głębokie struktury skóry umożliwia odmłodzenie bez naruszenia naskórka. Mechanizm działania HIFU opiera się na skupieniu fali ultradźwiękowej w określonym punkcie w głębi skóry, co powoduje miejscowe mikrouszkodzenia termiczne (punkty koagulacji) w warstwach skóry właściwej oraz w powięzi mięśniowo-skórnej SMAS. W miejscu ognisko-

VIII. Laser therapy—a supportive method for skin regeneration and prevention

Laser technologies hold a special place in modern cosmetology and aesthetic medicine and represent one of the most precise and effective methods of acting on the skin. Laser therapy is particularly important among contemporary approaches in aesthetic cosmetology and anti-aging treatment.

The use of laser light energy enables precise control of skin regeneration processes, affecting both superficial and deeper tissue layers. The mechanism is based on selective photothermolysis, where optical energy is converted into heat, leading to controlled cellular stimulation. Depending on laser type—ablative, non-ablative or fractional—different degrees of collagen and elastin remodeling, improved firmness, and reduction of hyperpigmentation, scars and wrinkles can be achieved.

Laser technologies are considered a gold standard in anti-aging therapy because they combine high efficacy with safety and relatively short recovery time. Laser therapy is also widely used as a preventive method in skin aging processes, often combined with other techniques such as microneedle RF, HIFU or mesotherapy.

Table 3 presents a concise overview of selected laser types, their mechanisms, biological and aesthetic effects, and use in comprehensive anti-aging therapy [14–16].

IX. IPL—versatility of light in skin therapy

Intense Pulsed Light (IPL) technology is one of the most commonly used tools in modern cosmetology and aesthetic medicine. Although it is not a laser in the strict sense, it has a similar mechanism of action—using high-power flashes of broad-spectrum light (approximately 515–1200 nm) emitted in short pulses.

This energy is absorbed by skin chromophores—melanin, hemoglobin and water—leading to selective photothermolysis, i.e., controlled damage to target structures to stimulate renewal. Depending on the filter used, IPL devices can be applied for: photorejuvenation, reduction of erythema and telangiectasia, treatment of sun-induced hyperpigmentation and melasma, and support of acne therapy.

wego działania ultradźwięków dochodzi do natychmiastowego obkurczenia włókien kolagenowych oraz pobudzenia fibroblastów do syntezy nowego kolagenu i elastyny.

Temperatura w strefie ogniska osiąga wartości około 60–70°C, co prowadzi do kontrolowanej denaturacji białek i uruchomienia procesu regeneracji tkanek. Zjawisko to określane jest mianem liftingu termicznego, ponieważ efekt napięcia i ujędrnienia skóry jest wynikiem nie tylko skrócenia istniejących włókien kolagenowych, ale także powstania nowych struktur podporowych.

W odróżnieniu od technologii powierzchniowych, HIFU działa punktowo w głębokich warstwach skóry, dzięki czemu możliwe jest uzyskanie efektu liftingu porównywalnego z zabiegami chirurgicznymi, bez potrzeby rekonwalescencji i bez ryzyka uszkodzenia naskórka.

Zabieg znajduje zastosowanie w kosmetologii estetycznej w zakresie:

- › liftingu owalu twarzy i podbródka,
- › redukcji wiotkości skóry na policzkach i szyi,
- › wygładzania zmarszczek czoła, bruzd nosowo-wargowych i tzw. „kurzych łapek”,
- › poprawy napięcia skóry w okolicy powiek i podbródka,
- › terapii skóry po utracie elastyczności spowodowanej procesem starzenia lub utratą masy ciała.

W zależności od głowicy i rodzaju kartridża, fala ultradźwiękowa może być kierowana na różne głębokości - najczęściej 1,5 mm, 3,0 mm, 4,5 mm, a w niektórych urządzeniach nawet 6–13 mm, co umożliwi precyzyjne dopasowanie parametrów do grubości skóry i okolicy zabiegowej. Najgłębszy poziom działania - warstwa SMAS - jest szczególnie istotny, ponieważ to właśnie jej obkurczenie daje efekt liftingu porównywalny z zabiegami chirurgicznymi. Zabieg HIFU nie wymaga okresu rekonwalescencji, może wystąpić niewielki rumień lub tkliwość skóry, które ustępują w ciągu kilku godzin. Efekt napięcia jest częściowo widoczny od razu, natomiast pełne rezultaty rozwijają się stopniowo przez okres 8–12 tygodni, gdy zachodzi przebudowa kolagenu. Zaleca się wykonanie jednego zabiegu, z możliwością powtórzenia po 12 miesiącach, w zależności od kondycji skóry i wieku pacjenta. Technologia ta stanowi doskonałe uzupełnienie innych metod biostymulujących, takich jak radiofrekwencja mikroigłowa, mezoterapia czy karboksyterapia, a jej synergiczne połączenie pozwala osiągać spektakularne i trwałe efekty liftingu bezinwazyjnego.

▼ **Table 3.** Characteristics of lasers used in skin prevention and regeneration

▼ **Tabela 3.** Charakterystyka laserów stosowanych w profilaktyce i regeneracji skóry

Laser type Typ lasera	Wavelength / mechanism Długość fali / mechanizm działania	Penetration depth / scope Głębokość penetracji / zakres działania	Main indications Wskazania główne	Effects and downtime Efekty i czas rekonwalescencji
Ablative (e.g., CO ₂ , Er:YAG) Ablacyjny (np. CO ₂ , Er:YAG)	CO ₂ ~10,600 nm—strong absorption by water; Er:YAG ~2,940 nm CO ₂ ~10 600 nm – silna absorpcja przez wodę; Er:YAG ~2940 nm	Epidermis and part of the dermis—layer removal and micro-injuries Naskórek i część skóry właściwej – usuwanie warstwy i mikrouszkodzenia	Expression and static wrinkles; acne scars; sun-induced hyperpigmentation; improved firmness of the face, neck and décolleté Zmarszczki mimiczne i statyczne; blizny potrądzikowe; przebarwienia posłoneczne; poprawa napięcia skóry twarzy, szyi, dekoltu	Visible lifting and smoothing; healing time: several to a dozen days Widoczny lifting i wygładzenie; czas gojenia: kilka do kilkunastu dni
Non-ablative (e.g., Nd:YAG, diode, Er:Glass) Nieablacyjny (np. Nd:YAG, diodowy, Er:Glass)	Nd:YAG 1,064 nm; diode 800–940 nm—energy acts in the dermis without epidermal damage Nd:YAG 1064 nm; diodowy 800–940 nm – energia działa w skórze właściwej bez uszkodzenia naskórka	Deeper dermal layers—no surface ablation Głębsze warstwy skóry właściwej – bez ablacji powierzchni	Improved facial contour; pore reduction; brightening of hyperpigmentation; prevention of loss of skin elasticity Poprawa owalu twarzy; redukcja porów; rozjaśnianie przebarwień; profilaktyka utraty elastyczności skóry	No or very short downtime; stimulatory effect Brak lub bardzo krótki czas rekonwalescencji; działanie stymulujące
Fractional (ablative or non-ablative) Frakcyjny (ablacyjny lub nieablacyjny)	Microzones of coagulation: fractional ablative (CO ₂) or fractional non-ablative (Er:Glass / Thulium) Mikrostrefy koagulacji: ablacyjny frakcyjny (CO ₂) lub nieablacyjny frakcyjny (Er:Glass / Thulium)	Microdamage separated by healthy tissue → faster regeneration Mikrouszkodzenia oddzielone zdrową tkanką → szybsza regeneracja	Wrinkles, skin laxity; acne and traumatic scars; skin texture irregularities; hyperpigmentation Zmarszczki, wiotkość skóry; blizny potrądzikowe i pourazowe; nierówności strukturalne skóry; przebarwienia	A series of 3–5 treatments every 4–6 weeks; skin becomes firmer and more radiant Seria 3–5 zabiegów co 4–6 tygodni; skóra staje się jędrniejsza i rozświetlona

Abbreviations: "nm" – nanometers; "CO₂" – carbon dioxide; "Er:YAG" – erbium-doped yttrium aluminum garnet laser; "Nd:YAG" – neodymium-doped yttrium aluminum garnet laser. Source: author's own compilation based on the literature [14–16].

Skróty: „nm” – nanometry; „CO₂” – dwutlenek węgla; „Er:YAG” – erbowo-jagowy laser; „Nd:YAG” – neodymowo-yttr-al-garnetowy laser. Źródło: opracowanie własne na podstawie literatury [14–16].

In anti-aging therapy, IPL affects dermal fibroblasts and stimulates collagen and elastin production. As a result, skin firmness, tone and density improve and fine wrinkles become less visible. Photorejuvenation with IPL is a non-invasive biorevitalization method that can markedly improve skin condition without disrupting the epidermis. After a series, the complexion becomes brighter, more even, redness decreases and elasticity improves. Depending on skin condition, 4–6 treatments every 3–4 weeks are recommended. Contraindications include recent tanning, photosensitizing medications, pregnancy, active inflammation and skin cancers.

The procedure should be performed by a properly trained professional, with attention to skin phototype and individualized energy parameters. Due to its broad range of effects, IPL is

W porównaniu do klasycznych metod aparatowych, HIFU wyróżnia się największą precyzją działania – fala ultradźwiękowa jest skupiona w punkcie, co minimalizuje ryzyko przegrzania tkanek powierzchniowych i pozwala kontrolować głębokość penetracji energii. Z perspektywy kosmetologa zabieg ten wymaga dużej wiedzy anatomicznej i znajomości struktur warstwowych skóry, aby właściwie dobrać parametry energii i głębokość działania.

Dzięki możliwości stymulacji zarówno kolagenu, jak i warstwy mięśniowo-powięziowej, jest uznawany za „złoty standard” w nieinwazyjnym liftingu skóry twarzy, będąc jednocześnie metodą bezpieczną, skuteczną i dobrze tolerowaną przez pacjentów [12,13].

a core tool in comprehensive anti-aging therapy, especially when combined with mesotherapy, chemical peels or radiofrequency, enhancing brightening and rejuvenation outcomes [17].

Impact of diet and supplementation on skin aging

Skin aging is a complex phenomenon shaped by both endogenous and exogenous factors. Among elements of key importance in anti-aging prevention, nutrition plays a special role, influencing regenerative processes, collagen synthesis and neutralization of free oxygen radicals. A balanced diet rich in antioxidants, essential unsaturated fatty acids, collagen-forming amino acids and micronutrients is an important component of comprehensive anti-aging therapy. Bioactive compounds found in foods—such as vitamins, polyphenols and carotenoids—have anti-inflammatory and protective effects, reducing oxidative stress and supporting the integrity of skin structures. Maintaining stable glucose levels and limiting protein glycation supports preservation of skin elasticity and firmness. Thus, an appropriately composed diet, supported by an active lifestyle, is one of the fundamental pillars of skin aging prevention (**Table 4**) [18–28].

Integrated therapeutic approach in aesthetic cosmetology

Modern anti-aging cosmetology increasingly aims to integrate different therapeutic methods. Multidimensional action—encompassing device-based treatments, supplementation, appropriate diet and physical activity—allows durable, natural aesthetic outcomes without surgical intervention. Device-based procedures such as radiofrequency, laser therapy, HIFU or microneedling mesotherapy enable precise stimulation of different skin depths, activating fibroblasts to synthesize collagen and elastin. This improves skin density, smooths wrinkles and enhances the facial contour.

At the same time, a well-balanced diet and supplementation provide substances required for cellular renewal processes, strengthening effects achieved during device-based therapies. Physical activity supports microcirculation and detoxification, improving skin nourishment and helping maintain a healthy complexion.

From a clinical cosmetology standpoint, the best results are achieved by combining technologies and supportive therapies. A properly planned treatment program—preceded by deta-

VIII. Laseroterapia – metoda wspomagająca profilaktykę w procesach regeneracji skóry

Technologie laserowe zajmują szczególne miejsce w nowoczesnej kosmetologii i medycynie estetycznej, stanowiąc jedną z najbardziej precyzyjnych i skutecznych metod oddziaływania na skórę. Laseroterapia zajmuje szczególne miejsce wśród współczesnych metod stosowanych w kosmetologii estetycznej oraz terapii przeciwstarzeniowej.

Zastosowanie energii światła laserowego pozwala na precyzyjną kontrolę procesów regeneracyjnych skóry, wpływając zarówno na powierzchniowe, jak i głębsze warstwy tkanek. Mechanizm działania laserów opiera się na zjawisku selektywnej fototermolizy, w której energia optyczna przekształcana jest w ciepło, prowadząc do kontrolowanej stymulacji komórek skóry. W zależności od zastosowanego rodzaju lasera – ablacyjnego, nieablacyjnego lub frakcyjnego – możliwe jest uzyskanie różnego stopnia remodelingu kolagenu i elastyny, poprawy napięcia skóry, a także redukcji przebarwień, blizn i zmarszczek.

Technologie laserowe są uznawane za złoty standard terapii anti-aging, ponieważ łączą wysoką skuteczność z bezpieczeństwem oraz krótkim okresem rekonwalescencji. Współcześnie laseroterapia jest również powszechnie stosowana jako metoda wspomagająca profilaktykę procesów starzenia skóry, często w połączeniu z innymi technikami, takimi jak radiofrekwencja mikroigłowa, HIFU czy mezoterapia. **Tabela 3** przedstawia skrótową charakterystykę wybranych rodzajów laseroterapii, ich mechanizmy działania, efekty biologiczne i estetyczne oraz możliwości zastosowania w kompleksowej terapii przeciwstarzeniowej [14–16].

IX. IPL – wszechstronność światła w terapii skóry

Technologia Intense Pulsed Light (IPL), czyli intensywne źródło światła pulsacyjnego, stanowi jedno z najczęściej stosowanych narzędzi w nowoczesnej kosmetologii i medycynie estetycznej.

Pomimo że nie jest laserem w ścisłym znaczeniu, wykazuje zbliżony mechanizm działania – wykorzystuje energię świetlną o szerokim spektrum długości fali (od 515 do 1200 nm) w postaci błysków o dużej mocy, emitowanych w krótkich impulsach.

▼ **Table 4.** Nutrients and their importance in skin anti-aging prevention

▼ **Tabela 4.** Składniki odżywcze i ich znaczenie w profilaktyce przeciwstarzeniowej skóry

Nutrient / group Składnik / grupa	Main dietary sources Główne źródła w diecie	Biological mechanism Mechanizm działania biologicznego	Clinical effect on skin Efekt kliniczny dla skóry
Vitamin A (retinoids, beta-carotene) Witamina A (retinoidy, beta-karoten)	Carrots, pumpkin, leafy greens, liver, eggs Marchew, dynia, zielone warzywa liściaste, wątróbka, jaja	Regulation of keratinization, stimulation of epidermal cell proliferation, antioxidant activity Regulacja keratynizacji, stymulacja proliferacji komórek naskórka, działanie antyoksydacyjne	Improved elasticity and smoothness, wrinkle reduction, more even tone Poprawa elastyczności i gładkości skóry, redukcja zmarszczek, wyrównanie kolorytu
Vitamin C (ascorbic acid) Witamina C (kwas askorbinowy)	Citrus fruits, bell pepper, blackcurrants, parsley, kiwi Cytrusy, papryka, czarna porzeczka, natka pietruszki, kiwi	Cofactor for prolyl and lysyl hydroxylases in collagen synthesis; free-radical neutralization Kofaktor hydroksylazy prolinowej i lizylowej w syntezie kolagenu, neutralizacja wolnych rodników	Increased firmness, accelerated healing, brightening of hyperpigmentation Zwiększenie jędrności skóry, przyspieszenie gojenia, rozjaśnienie przebarwień
Vitamin E (tocopherols) Witamina E (tokoferole)	Vegetable oils, nuts, sunflower seeds, avocado Oleje roślinne, orzechy, nasiona słonecznika, awokado	Protection of membrane lipids from peroxidation, anti-inflammatory action Ochrona lipidów błon komórkowych przed peroksydacją, działanie przeciwzapalne	Improved epidermal barrier, increased resistance to environmental stressors Poprawa bariery naskórkowej, zwiększenie odporności skóry na czynniki środowiskowe
Polyphenols and carotenoids Polifenole i karotenoidy	Berries, green tea, tomatoes, cocoa, olive oil Owoce jagodowe, zielona herbata, pomidory, kakao, oliwa z oliwek	Antioxidant action; modulation of gene expression related to inflammation and photoaging Działanie antyoksydacyjne, modulacja ekspresji genów odpowiedzialnych za procesy zapalne i fotostarzenie	Reduced photodamage, improved tone and firmness Zmniejszenie uszkodzeń postłonecznych, poprawa kolorytu i napięcia skóry
Unsaturated fatty acids (omega-3, omega-6) Nienasycone kwasy tłuszczowe (omega-3, omega-6)	Sea fish, flaxseed, nuts, rapeseed oil, avocado Ryby morskie, siemię lniane, orzechy, olej rzepakowy, awokado	Maintenance of membrane integrity, reduced inflammation, improved skin barrier function Utrzymanie integralności błon komórkowych, redukcja stanu zapalnego, poprawa funkcji bariery skórnej	Increased hydration and elasticity; reduced dryness and irritation Zwiększenie nawilżenia i elastyczności skóry, redukcja suchości i podrażnień
Collagen-forming amino acids (proline, lysine, glycine) Aminokwasy kolagenotwórcze (prolina, lizyna, glicyna)	Meat, fish, eggs, dairy, legumes, bone broths Mięso, ryby, jaja, nabiał, rośliny strączkowe, buliony kostne	Precursors of collagen and elastin; participation in extracellular matrix rebuilding Prekursory kolagenu i elastyny, udział w odbudowie macierzy zewnątrzkomórkowej	Regeneration and strengthening of skin structure; improved firmness Regeneracja i wzmocnienie struktury skóry, poprawa jędrności
Micronutrients (zinc, copper, selenium, silicon) Mikroelementy (cynk, miedź, selen, krzem)	Nuts, whole grains, seafood, legumes Orzechy, pełnoziarniste produkty, owoce morza, rośliny strączkowe	Cofactors of antioxidant enzymes (e.g., superoxide dismutase, glutathione peroxidase); stimulation of collagen synthesis Kofaktory enzymów antyoksydacyjnych (np. dysmutaza ponadtlenkowa, peroksydaza glutationowa), stymulacja syntezy kolagenu	Strengthened structure, reduced inflammation, faster healing Wzmocnienie struktury skóry, redukcja stanów zapalnych i przyspieszenie gojenia
Low glycemic-index foods Produkty o niskim indeksie glikemicznym	Vegetables, whole grains, legumes, nuts Warzywa, produkty pełnoziarniste, rośliny strączkowe, orzechy	Reduced glycation of structural skin proteins; stabilization of glucose and insulin levels Redukcja glikacji białek strukturalnych skóry, stabilizacja poziomu glukozy i insuliny	Preserved elasticity and firmness; more even skin tone Zachowanie elastyczności, jędrności i równomiernego kolorytu skóry

Source: author's own compilation based on the literature [18–27].

Źródło: opracowanie własne na podstawie literatury [18–27].

iled skin assessment and health interview—allows methods to be tailored to biological age, phototype and skin condition. The contemporary cosmetologist increasingly acts as an advisor and therapist who understands relationships between the body, diet and emotions. A holistic approach to aging focuses not only on wrinkle reduction but also on maintaining biological and aesthetic balance. Integrated anti-aging programs combining treatments, supplementation and lifestyle support help preserve youthful appearance, slow degenerative processes and support natural regeneration mechanisms.

Conclusions

Skin aging is a complex phenomenon driven by both internal and environmental factors; therefore, effective anti-aging prevention requires a comprehensive approach. Modern cosmetology combines external care with internal support, creating a synergistic therapeutic system that includes device-based treatments, rational nutrition, supplementation and physical activity. Each element plays a key role in maintaining skin integrity and function, and their cooperation leads to a noticeable improvement in skin condition, firmness and elasticity.

Device-based procedures are currently the foundation of anti-aging cosmetology, enabling controlled stimulation of the dermis and epidermis, which promotes regeneration, collagen synthesis and improved microcirculation. A properly planned course using technologies such as radiofrequency, lasers, ultrasound or plasma produces long-term biorevitalizing effects and is an excellent preventive tool.

Equally important is nutrition—an antioxidant-rich diet containing vitamins, minerals and unsaturated fatty acids supports repair processes and counteracts oxidative stress. Supplementation can compensate for deficiencies of substances critical for skin function (e.g., collagen, hyaluronic acid, coenzyme Q10, zinc, selenium, and vitamins A, C and E), increasing the effectiveness of cosmetology therapies.

Physical activity is another essential component of holistic care: it improves blood flow and oxygenation of tissues, supports detoxification and promotes hormonal balance, which translates directly into skin condition. A healthy lifestyle enhances the effects of aesthetic procedures and contributes to body-mind harmony reflected in a healthy, radiant appearance.

Energia ta pochłaniana jest przez chromofory znajdujące się w skórze – melaninę, hemoglobinę oraz wodę – co prowadzi do selektywnej fototermolizy, czyli kontrolowanego uszkodzenia struktur skóry w celu ich odnowy. W zależności od zastosowanego filtra, urządzenia IPL mogą być wykorzystywane w szerokim zakresie zabiegów estetycznych:

- › fotoodmładzanie skóry,
- › redukcja rumienia i teleangiektazji,
- › leczenie przebarwień posłonecznych i melasmy,
- › wspomaganie terapii trądziku pospolitego.

Mechanizm działania IPL opiera się na absorpcji światła przez docelowy chromofor, który przekształca energię świetlną w ciepło, prowadząc do koagulacji niepożądanych struktur (np. naczyń krwionośnych, melanocytów, mieszków włosowych) lub stymulacji procesów regeneracyjnych.

W kontekście terapii przeciwstarzeniowej, IPL oddziałuje na fibroblasty skóry właściwej, pobudzając produkcję kolagenu i elastyny. W efekcie poprawia się napięcie, koloryt i gęstość skóry, a drobne zmarszczki stają się mniej widoczne. Zabieg fotoodmładzania należy do nieinwazyjnych metod biorewitalizacji skóry, umożliwiających znaczną poprawę jej kondycji bez naruszenia ciągłości naskórka. Po serii zabiegów obserwuje się rozświetlenie cery, wyrównanie kolorytu, zmniejszenie rumienia i poprawę elastyczności skóry.

W zależności od kondycji skóry zaleca się wykonanie 4–6 zabiegów co 3–4 tygodnie. Przeciwwskazania obejmują m.in. świeżą opaleniznę, stosowanie leków fotouczulających, ciężę, aktywne stany zapalne i choroby nowotworowe skóry.

Zabieg powinien być przeprowadzany przez osobę z odpowiednim przeszkoleniem z zakresu fototerapii, z uwzględnieniem fototypu skóry i indywidualnych parametrów energetycznych. Technologia IPL, ze względu na szerokie spektrum działania, stanowi podstawowe narzędzie w kompleksowej terapii anti-aging, zwłaszcza w połączeniu z mezoterapią, peelingami chemicznymi czy radiofrekwencją, potęgując efekt rozświetlenia i odmłodzenia skóry [17].

Wpływ diety i suplementacji na starzenie skóry

Proces starzenia skóry jest złożonym zjawiskiem, uwarunkowanym zarówno czynnikami endogennymi, jak i egzogennymi. Wśród elementów

Contemporary aesthetic cosmetology increasingly emphasizes that true anti-aging prevention is not a single procedure but a long-term process based on regularity, individualization and cooperation between specialist and client. Success depends on understanding the relationships among the body, the skin and lifestyle, as well as the ability to integrate technology with principles of healthy functioning. A holistic approach combining aesthetic treatments, diet and supplementation is a key element of modern prevention of facial skin aging.

o kluczowym znaczeniu w profilaktyce przeciwstarzeniowej szczególnie miejsce zajmuje sposób żywienia, który wpływa na przebieg procesów regeneracyjnych, syntezę kolagenu oraz neutralizację wolnych rodników tlenowych. Zbilansowana dieta, bogata w antyoksydanty, niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe, aminokwasy kolagenotwórcze i mikroelementy, stanowi istotny element kompleksowej terapii anti-aging. Zawarte w pożywieniu związki bioaktywne, takie jak witaminy, polifenole czy karotenoidy, wykazują działanie przeciwzapalne i ochronne, redukując stres oksydacyjny i wspierając integralność struktur skóry. Z kolei utrzymanie stabilnego poziomu glukozy oraz ograniczenie zjawiska glikacji białek sprzyja zachowaniu elastyczności i jędrności skóry. Właściwie skomponowana dieta, wsparta aktywnym stylem życia, stanowi zatem jeden z podstawowych filarów profilaktyki starzenia skóry (**Tabela 4**) [18–28].

Nowoczesna kosmetologia przeciwstarzeniowa coraz wyraźniej dąży do integracji różnych metod terapeutycznych. Wielowymiarowe oddziaływanie – obejmujące zabiegi aparaturowe, suplementację, właściwą dietę i aktywność fizyczną – pozwala osiągać trwałe, naturalne efekty estetyczne bez konieczności ingerencji chirurgicznej. Zabiegi aparaturowe, takie jak radiofrekwencja, laseroterapia, HIFU czy mezoterapia mikroigłowa, umożliwiają precyzyjną stymulację skóry na różnych głębokościach, pobudzając fibroblasty do syntezy kolagenu i elastyny. Ich działanie prowadzi do poprawy gęstości skóry, wygładzenia zmarszczek i poprawy owalu twarzy. Równocześnie właściwie zbilansowana dieta i suplementacja dostarczają organizmowi substancji niezbędnych do procesów odnowy komórkowej, wzmacniając efekty uzyskane podczas terapii aparaturowych. Aktywność fizyczna wspiera mikrokrążenie i detoksykację, co sprzyja lepszemu odżywieniu skóry oraz utrzymaniu jej zdrowego kolorytu. Z punktu widzenia praktyki kosmetologicznej, najskuteczniejsze efekty uzyskuje się dzięki łączeniu technologii i terapii wspierających. Odpowiednio zaplanowany program zabiegowy – poprzedzony szczegółową diagnozą skóry i wywiadem zdrowotnym – umożliwia dobór metod dopasowanych do wieku biologicznego, fototypu i kondycji skóry klienta. Współczesny kosmetolog pełni dziś rolę doradcy i terapeuty, który rozumie zależności między ciałem, dietą a emocjami. Holistyczne podejście do starzenia nie koncentruje się jedynie na redukcji zmarszczek, ale na utrzymaniu równowagi biologicznej i estetycznej organi-

zmu. Zintegrowane programy anti-aging – łączące zabiegi, suplementację i styl życia – pozwalają zachować młody wygląd skóry, spowolnić procesy degeneracyjne i wspierać naturalne mechanizmy regeneracji.

Wnioski

Proces starzenia skóry jest złożonym zjawiskiem, uwarunkowanym zarówno czynnikami wewnętrznymi, jak i środowiskowymi, dlatego skuteczna profilaktyka przeciwstarzeniowa wymaga podejścia kompleksowego. Nowoczesna kosmetologia łączy pielęgnację zewnętrzną z oddziaływaniem wewnętrznym, tworząc synergiczny system terapii obejmujący zabiegi aparaturowe, racjonalne odżywianie, suplementację oraz aktywność fizyczną. Każdy z tych elementów odgrywa kluczową rolę w utrzymaniu integralności i funkcji skóry, a ich współdziałanie prowadzi do wyraźnej poprawy jej kondycji, jędrności i elastyczności. Zabiegi aparaturowe stanowią obecnie fundament kosmetologii anti-aging, pozwalając na kontrolowaną stymulację skóry właściwej i naskórka, co pobudza procesy regeneracyjne, syntezę kolagenu oraz poprawę mikrokrążenia. Właściwie zaplanowana kuracja z wykorzystaniem urządzeń, takich jak radiofrekwencja, lasery, ultradźwięki czy plazma, przynosi długofalowe efekty biorewitalizujące i stanowi doskonałe narzędzie profilaktyki starzenia. Nie mniej istotną rolę odgrywa sposób odżywiania – dieta bogata w antyoksydanty, witaminy, minerały i nienasycone kwasy tłuszczowe wspiera procesy naprawcze skóry i przeciwdziała stresowi oksydacyjnemu. Suplementacja natomiast uzupełnia niedobory substancji kluczowych dla prawidłowego funkcjonowania skóry, takich jak kolagen, kwas hialuronowy, koenzym Q10, cynk, selen czy witaminy A, C i E, zwiększając skuteczność terapii kosmetycznych. Równie ważnym elementem holistycznej pielęgnacji jest aktywność fizyczna, która poprawia ukrwienie i dotlenienie tkanek, wspiera detoksykację organizmu i sprzyja równowadze hormonalnej, co bezpośrednio przekłada się na kondycję skóry. Ruch i zdrowy tryb życia wspomagają efekty zabiegów estetycznych, przyczyniając się do harmonii ciała i umysłu, której odzwierciedleniem jest zdrowy, promienny wygląd skóry.

Współczesna kosmetologia estetyczna coraz częściej podkreśla, że prawdziwa profilaktyka anti-aging to nie jednorazowy zabieg, lecz długofalowy proces oparty na regularności, indy-

widualnym podejściu i współpracy specjalisty z klientem. Kluczem do sukcesu jest zrozumienie zależności pomiędzy ciałem, skórą i stylem życia, a także umiejętność integrowania technologii z zasadami zdrowego funkcjonowania organizmu. Holistyczne podejście łączące zabiegi estetyczne, odpowiednią dietę i suplementację stanowi kluczowy element współczesnej profilaktyki starzenia skóry twarzy.

Acknowledgements

Conflict of interest statement

The authors declares no conflict of interest.

Funding sources

There are no sources of funding to declare.

References / Piśmiennictwo

1. Shin SH, Lee YH, Rho NK, Park KY. Skin aging from mechanisms to interventions: focusing on dermal aging. *Front Physiol.* 2023;14:1195272. <https://doi.org/10.3389/fphys.2023.1195272>
2. Mahto A. *The Skincare Bible*. London: Penguin Life; 2018. p. 280–304.
3. Trznadel-Grodzka E, Kaszuba A. Etiopatogeneza procesu starzenia skóry. Lublin: Wydawnictwo Czelej; 2016. p. 21–24.
4. Farage MA, Miller KW, Elsner P, Maibach HI. Intrinsic and extrinsic factors in skin ageing: a review. *Int J Cosmet Sci.* 2008;30(2):87–95. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2494.2007.00415.x>
5. Kołodziejczak AM. *Kosmetologia terapeutyczna*. Warszawa: PZWL Wydawnictwo Lekarskie; 2025. p. 39–67.
6. Brandi C. *Practical Manual with Clinical Indications & Protocols*. Florence: Officina Editoriale Oltrarno; 2019. p. 27–65.
7. Draelos ZD. *Cosmeceuticals*. Amsterdam: Elsevier; 2024. p. 35–67.
8. Stoeber B, Sivamani R, Maibach H. *Microneedling in Clinical Practice*. London: Taylor & Francis; 2020. p. 28–76.
9. Gold MH. Microneedle radiofrequency facial rejuvenation: evidence-based effect. *J Cosmet Dermatol.* 2011.
10. Schmid C. *Odmladzające masaże twarzy*. Białystok: Wydawnictwo Vital; 2023. p. 150–170.
11. Załęska I. *Mezoterapia w praktyce*. Warszawa: PZWL; 2023. p. 80–93.
12. Bhargava S. Microneedling: Dermapen. In: *IADVL Handbook of Aesthetic Procedures in Dermatology*. New Delhi: CBS Publishers; 2021. p. 92–97.
13. Alster TS, Tanzi EL. Ultrasound for skin tightening. *Dermatol Clin.* 2014.
14. Malherbe K, Roberts S. *Ultrasound Protocol for Facial Aesthetics*. Berlin: Springer; 2024. p. 101–123.
15. Tierney EP, Kouba DJ, Hanke CW. Review of fractional photothermolysis: treatment indications and efficacy. *Dermatol Surg.* 2009;35(10):1445–1461. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.2009.01258.x>
16. Pytrus-Sędak B. Lasery ablacyjne, nieablacyjne i frakcyjne – zastosowanie w dermatologii estetycznej. Poznań: Termedia; 2016. p. 89–95.
17. DiBernardo BE, Pozner JN. Intense pulsed light therapy for skin rejuvenation. *Clin Plast Surg.* 2016;43(3):535–540. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2016.03.008>

Oświadczenia

Oświadczenie dotyczące konfliktu interesów

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów w autorstwie oraz publikacji pracy.

Źródła finansowania

Autorzy deklarują brak źródeł finansowania.

18. Musiał C. *The role of stem cells in aesthetic medicine and cosmetology*. Warszawa: PZWL; 2019. p. 78–95.
19. Placek W. *Dieta w chorobach skóry*. 2nd ed. Lublin: Wydawnictwo Czelej; 2022. p. 223–245.
20. Pullar JM, Carr AC, Vissers MCM. The roles of vitamin C in skin health. *Nutrients.* 2017;9(8):866. <https://doi.org/10.3390/nu9080866>
21. Addor FAS. Antioxidants in dermatology. *An Bras Dermatol.* 2017;92(3):356–362. <https://doi.org/10.1590/abd1806-4841.20175697>
22. Georgeou G. *The Healthy Skin Diet*. Sydney: Murdoch Books; 2020. p. 28–150.
23. Czerwonogrodzka-Senczyzna A, Zalewska-Janowska A. *Żywnie w chorobach skóry*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN; 2024. p. 4–24.
24. Baticzko SA. *Kolagen. Nowa struktura zachowania zdrowia i młodości*. Gdynia: Colway; 2015. p. 15–35.
25. Zajfer A. *Kompleksowa terapia problemów skórnych*. Warszawa: PZWL; 2022. p. 149.
26. Zhao R. Effects of exercise on skin aging: a review. *Int J Mol Sci.* 2021;22(17):9239.
27. Nowak M. Probiotyki i mikrobiom skóry – współczesne podejście do terapii dermatologicznej. *Kosmetologia Estetyczna.* 2022;11(2):145–151.
28. Preedy RV. *Human Health Handbooks. Vol. 2*. Wageningen: Wageningen Academic; 2023. p. 365–378.
29. Mitragotri S. Healing sound: the use of ultrasound in drug delivery and other therapeutic applications. *Nat Rev Drug Discov.* 2005;4(3):255–260. <https://doi.org/10.1038/nrd1662>
30. Hantash BM, Renton B, Berkowitz RL, Stridde BC, Newman J. Pilot clinical study of a novel minimally invasive bipolar microneedle radiofrequency device. *Lasers Surg Med.* 2009;41(2):87–95. <https://doi.org/10.1002/lsm.20687>

Acceptance for editing: **2025-11-07**
Artykuł przyjęty do redakcji:

Acceptance for publication: **2026-01-27**
Artykuł zaakceptowany do publikacji: