



Artykuł

Wpływ zewnętrznego oczyszczania wodorowego na parametry skóry i trądzik pospolity u dorosłych kobiet

Karolina Chilicka ^{1,*} , Aleksandra M. Rogowska ²  i Renata Szyguła ¹

¹ Wydział Nauk o Zdrowiu, Instytut Nauk Medycznych, Uniwersytet Opole, 45-060 Opole, Polska; renata.szyguła@uni.opole.pl

² Wydział Nauk Społecznych, Instytut Psychologii, Uniwersytet Opole, 45-052 Opole, Polska; arogowska@uni.opole.pl

* Korespondencja: karolina.chilicka@poczta.onet.pl

Streszczenie: Informacje ogólne: Trądzik pospolity jest powszechną chorobą dermatologiczną charakteryzującą się występowaniem wykwitów skórnych, które mogą obniżać jakość życia chorego. Zabieg oczyszczania wodorowego jest nowym zabiegiem stosowanym w kosmetologii w celu poprawy parametrów skóry twarzy. W pracy badano skuteczność wodorowej terapii oczyszczającej w poprawie stanu skóry kobiet w odniesieniu do trądziku pospolitego. Metody: W badaniu wzięło udział 30 kobiet, które cierpiały z powodu wysokiego poziomu łoju i trądziku. Grupa kontrolna składała się z 30 zdrowych kobiet z niskim poziomem łoju. Skala Hellgrena-Vincenta oraz urządzenie Derma Unit SSC 3 posłużyły odpowiednio do oceny nasilenia trądziku pospolitego oraz właściwości skóry. Przeprowadzono cztery sesje oczyszczania wodorowego w odstępach 7-dniowych, przy użyciu urządzenia Hebe Hydrogenium+ generującego wodę alkaliczną. Wyniki: Na poziomie początkowym oraz 7 i 14 dni po zakończeniu serii zabiegów badano poziom natłuszczenia, nawilżenia i pH skóry. Główne efekty leczenia były istotne w następujących parametrach: pH wokół dolnej wargi, nawilżenie między brwiami i wokół nosa oraz tłuściec skóry we wszystkich trzech miejscach na twarzy. Wnioski: Podczas oczyszczania wodorowego zmniejszył się poziom łoju, a zwiększył poziom nawilżenia. Zewnętrzne oczyszczanie wodorowe jest skuteczną i bezpieczną metodą leczenia trądziku pospolitego.

Słowa kluczowe: oczyszczanie wodorowe; trądzik pospolity; woda alkaliczna



Cytowanie: Chilicka, K.; Rogowska, A.M.; Szyguła, R. Effects of Topical Hydrogen Purification on Skin Parameters and Acne Vulgaris in Adult Women. *Healthcare* 2021, 9, 144. <https://doi.org/10.3390/healthcare9020144>

Otrzymano: 14 grudnia 2020
Zaakceptowano: 29 stycznia 2021
Opublikowano: 1 lutego 2021

Nota wydawcy: MDPI pozostaje neutralne w odniesieniu do rozstrzeżeń jurysdykcyjnych w opublikowanych mapach i afiliacji instytucjonalnych.



Prawa autorskie: © 2021 przez autorów. Licencjodawca MDPI, Bazylea, Szwajcaria. Ten artykuł jest artykułem typu open access rozpowszechnianym zgodnie z warunkami licencji Creative Commons Attribution (CC BY). (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

1. Wstęp

Globalna częstość występowania trądziku wynosi 9,38%, ale różni się znacznie w zależności od systemu klasyfikacji nasilenia, kraju, płci i wieku, a wskaźniki są najwyższe wśród młodzieży w okresie dojrzewania (od 35% do prawie 100%). [1]. Trądzik może utrzymywać się w wieku dorosłym i może dotyczyć do 40% wszystkich kobiet [2]. Najnowsze badania wykazały, że rodzinne występowanie trądziku jest czynnikiem ryzyka, ale nasilenie trądziku pospolitego jest niezależne od objawów przedmiesiączkowych, diety i wskaźnika masy ciała (BMI). [3]. Problemy z wykwitami skórnymi mogą negatywnie wpływać na jakość życia i prowadzić do zwiększonego stresu, depresji, a nawet myśli samobójczych. [4,5]. Efekty ciężkich form trądziku są widoczne w głębokich bliznach potrądzikowych, które mogą również obniżyć samoocenę i jakość życia. [4–9]. Dlatego też priorytetem powinno być interdyscyplinarne podejście do leczenia.

Wśród czynników warunkujących powstawanie trądziku można wyróżnić nieprawidłowe rogowacenie kanału łojowego, kolonizację bakteryjną (m.in. *Cutibacterium acne*, *Staphylococcus ureus*, *Staphylococcus epidermidis*), zwiększoną produkcję łoju, stany zapalne skóry, czynniki genotypowe oraz zaburzenia hormonalne. Leczenie jest często długie i żmudne, co wpływa na poczucie beznadziejności i izolacji społecznej pacjentów. W ostatnich latach znaczną uwagę zwrócono na stosowanie leków jako najlepszego sposobu leczenia trądziku. Wsparcie psychologiczne jest obecnie również zalecane w celu poprawy trądziku [10–14]. Ciągłe jednak poszukuje się nowych metod leczenia trądziku w kosmetologii, takich jak peelingi kwasowe, mikrodermabrazja, peeling kawitacyjny, sonoforeza, czy oczyszczanie wodorowe.

Wodór jest znany w świecie nauki od dziesięcioleci. Jest to najprostsza cząsteczka w przyrodzie, utworzona przez dwa atomy wodoru. Ohsawa i in. [15] wykazali, że

wodór molekularny może selektywnie redukować reaktywne formy tlenu *in vitro* i wywierać działanie antyoksydacyjne. Dzięki temu odkryciu, wodór gazowy znalazł zastosowanie w 300 chorobach i wysunął się na czoło badań nad terapeutycznymi gazami medycznymi. Badania kliniczne wykazały, że wodór jest istotnym fizjologicznym czynnikiem regulacyjnym o działaniu przeciwzapalnym i przeciwutleniającym na komórki i narządy [15–19].

Oczyszczanie wodorowe wykorzystuje wodę alkaliczną (woda zredukowana elektrochemicznie, ERP), która jest rzadko spotykana w przyrodzie. Jednak z procesu chemicznego elektrolizy, ERP może być produkowana bezpośrednio z zakresem pH między 8–10. Posiada zarówno wysoki potencjał alkaliczny jak i ujemny potencjał oksydacyjno-redukcyjny (ORP). Proces elektrolizy polega na przepuszczeniu prądu stałego pomiędzy dwiema elektrodami (anodą i katodą) oddzieloną półprzepuszczalną membraną. Podczas tego procesu, pierwiastki zawarte w wodzie rozpadają się na jony wodorowe H^+ , które skupiają się na katodzie, oraz jony hydroksylowe OH^- , które skupiają się na anodzie. Zjonizowana woda alkaliczna składa się z jonów H^+ ; zawiera również pierwiastki alkaliczne, takie jak wapń, magnez, potas, wodór i alkaliczne jony hydroksylowe. Ujemne jony OH^- tworzą wodę kwaśną, zawierającą chlor, siarkę, fosfor, dodatnie jony kwasowe i tlen.

Głównym czynnikiem odpowiedzialnym za ORP wody alkalicznej jest aktywny wodór molekularny w wodzie alkalicznej. Jego stężenie, w zależności od stężenia wody alkalicznej, waha się od 0,3 do 0,6 mg/L. Tylko procesy elektrolizy (jonizatory wody) i uwodornienia (generatory wodoru) umożliwiają produkcję wody z aktywnymi jonami wodoru, który jest naturalnym i silnym antyoksydantem. Obecnie oczyszczanie wodorowe jest powszechnie stosowane w zabiegach kosmeceutycznych w celu redukcji wolnych rodników i uzyskania właściwości przeciwstarzeniowych. Reaktywne formy tlenu łączą się z jonami wodorowymi, tworząc wodę i czysty tlen. Poprzez procesy chemiczne, oczyszczanie wodorowe neutralizuje wolne rodniki, a woda wodorowa znacznie zmniejsza natłuszczenie na powierzchni skóry.

W ostatnich latach przeprowadzono badania nad wewnętrznym działaniem wody alkalicznej na pacjentów dotkniętych takimi problemami jak zgaga, dysforia, rozdęcie brzucha i przewlekła biegunka [20–24]. Badania potwierdziły, że picie wody alkalicznej przez dwa tygodnie spowodowało znaczącą poprawę stanu zdrowia. Niewiele jednak wiadomo na temat powierzchniowego wpływu wody alkalicznej na wybrane parametry skóry u osób cierpiących na trądzik pospolity. Zgodnie z naszą najlepszą wiedzą, niniejsze badanie po raz pierwszy analizuje skuteczność wody alkalicznej w leczeniu trądziku pospolitego.

2. Materiały i metody

2.1. Uczestnicy badania

Prospektywne badanie kliniczne typu case-control z analizą follow-up zostało przeprowadzone w okresie od stycznia 2020 r. do lutego 2020 r. na Uniwersytecie Opolskim. Zostało ono zatwierdzone przez Komisję Etyki Badań Naukowych przy Uniwersytecie Opolskim (KB/54/NOZ/2019), zgodnie z zasadami Deklaracji Helsińskiej. Badanie zostało zarejestrowane w bazie danych rejestru International Standard Randomized Controlled Trial Number (ISRCTN) (nr ISRCTN 13842359). Wszyscy uczestnicy przed rozpoczęciem badania podpisali pisemną zgodę na udział w badaniu i wykorzystanie zdjęć fotograficznych do publikacji. Zdjęcie zostało wykonane przed leczeniem i 14 dni po zakończeniu wszystkich czterech sesji leczenia (widok z przodu, lewy skos i prawy skos). Uczestnicy zostali poinformowani, że mogą w każdej chwili wycofać się z badania bez podawania przyczyny. Początkowo w badaniu wzięły udział 123 osoby, ale 35 osób spełniło kryteria wykluczenia, a kolejne 8 osób nie spełniło kryteriów włączenia. Po wykluczeniu z badania 43 osób, ostateczna próba badawcza liczyła 80 kobiet w wieku od 20 do 23 lat ($M = 21,23$; $SD = 0,56$).

Grupę 1 stanowiło 40 młodych, dorosłych kobiet z podwyższonym poziomem łoju i trądzikiem pospolitym (grupa AV). U uczestników zdiagnozowano łagodny trądzik pospolity na twarzy przy użyciu Skali Hellgrena-Vincenta (HVS) w celu określenia nasilenia zmian trądzikowych. HVS może dokładnie określić ilość zmian skórnych w postaci grudek, krostek i zaskórników. Kryterium włączenia do grupy AV był młody wiek, mieszczący się w przedziale 18–25 lat, oraz ciężki trądzik, z drugim stopniem w HVS ($n = 23$, 76,67%) i trzecim stopniem w HVS

($n = 7, 23.33\%$). Kryterium wykluczenia z grupy AV był ciężki trądzik, stosowanie antybiotyków i retinoidów w leczeniu trądziku w ciągu ostatnich czterech tygodni, stosowanie leków, które mogłyby nasilać lub hamować trądzik (witamina B, halogeny, leki przeciwpadaczkowe, przeciwdepresyjne, cyklosporyna), doustne tabletki antykoncepcyjne, stosowanie doustnych antybiotyków w ciągu ostatnich trzech miesięcy, ciąża, karmienie piersią, czynne stany zapalne skóry, nawracające choroby skóry o podłożu bakteryjnym, wirusowym, alergicznym i grzybiczym, zaburzona kondycja skóry, niedawno przebyte zabiegi chirurgiczne w leczonych okolicach, czynne obniżenie odporności, padaczka, klaustrofobia, czynny trądzik różowaty, egzema, łuszczyca, liczne teleangiektazje, liczne znamiona melanocytowe, opalona skóra, nowotwory skóry, niedawno przebyte zabiegi chirurgiczne (do 2 miesięcy). Tabela 1 pokazuje częstość występowania nasilenia trądziku w grupie AV.

Tabela 1. Charakterystyka ciężkości trądziku pospolitego w skali Hellgrena-Vincenta (HVS) wśród uczestników grupy z trądzikiem pospolitym (AV) ($n = 30$).

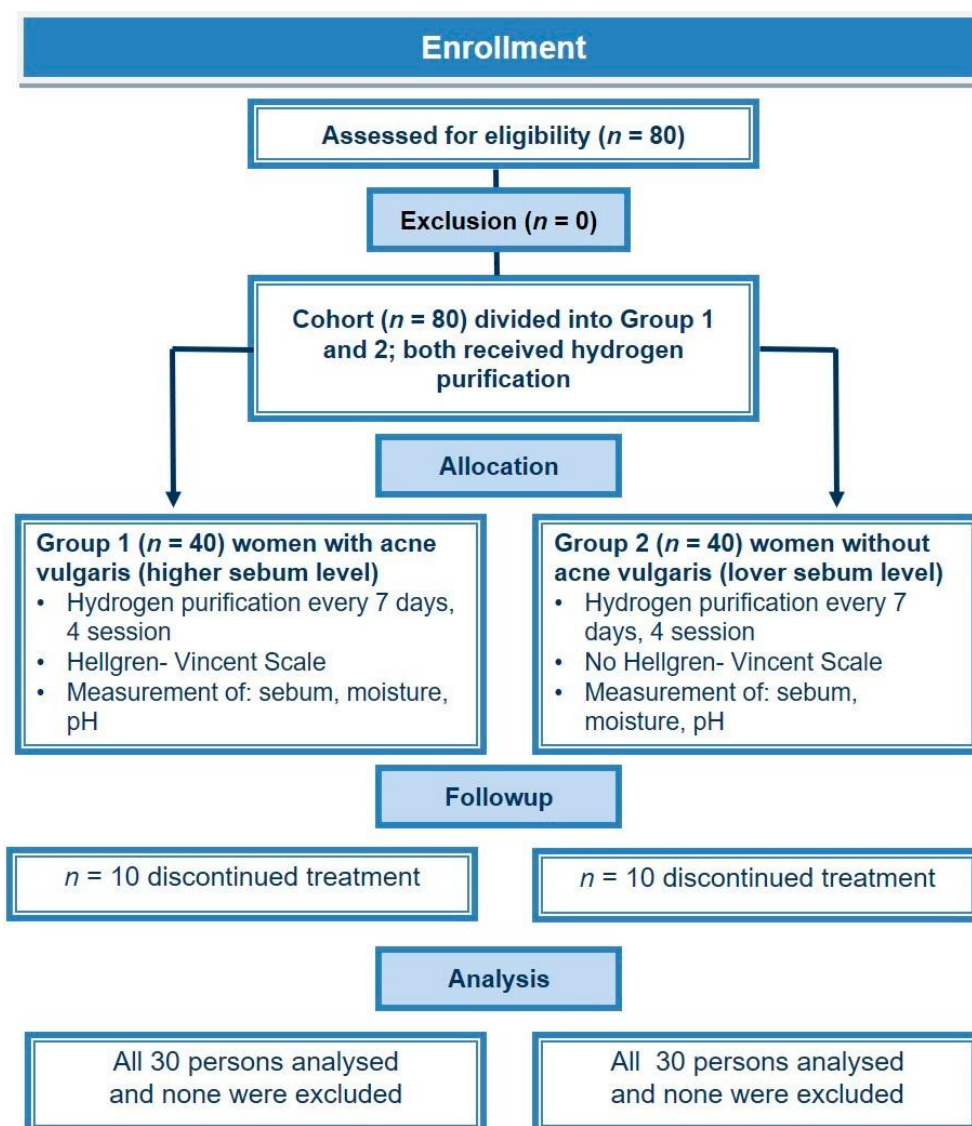
HVS	Punkt odniesienia		14 dni po zakończeniu leczenia	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
I	0	0.00	16	53.33
II	23	76.67	14	46.67
III	7	23.33	0	0.00

Grupa 2 - próba kontrolna (CS) - składała się z 40 zdrowych, młodych, dorosłych kobiet, bez wcześniej zdiagnozowanych problemów dermatologicznych lub chorób dermatologicznych. Kwestie te oceniano w wywiadach indywidualnych. Kryterium włączenia do badania był młody wiek, mieszczący się w przedziale 18-25 lat, dobry ogólny stan zdrowia oraz brak problemów dermatologicznych. Kryteria wykluczenia z grupy CS obejmowały ciążę, karmienie piersią, aktywne stany zapalne skóry, nawracające choroby skóry o podłożu bakteryjnym, wirusowym, alergicznym i grzybiczym, zaburzony stan skóry, nowe zabiegi chirurgiczne w leczonych okolicach, aktywną obniżoną odporność, padaczkę, klaustrofobię, aktywny trądzik różowaty, egzemę, łuszczycę, liczne teleangiektazje, liczne znamiona melanocytowe, opaloną skórę, nowotwory skóry oraz niedawno przebyte zabiegi chirurgiczne (do 2 miesięcy).

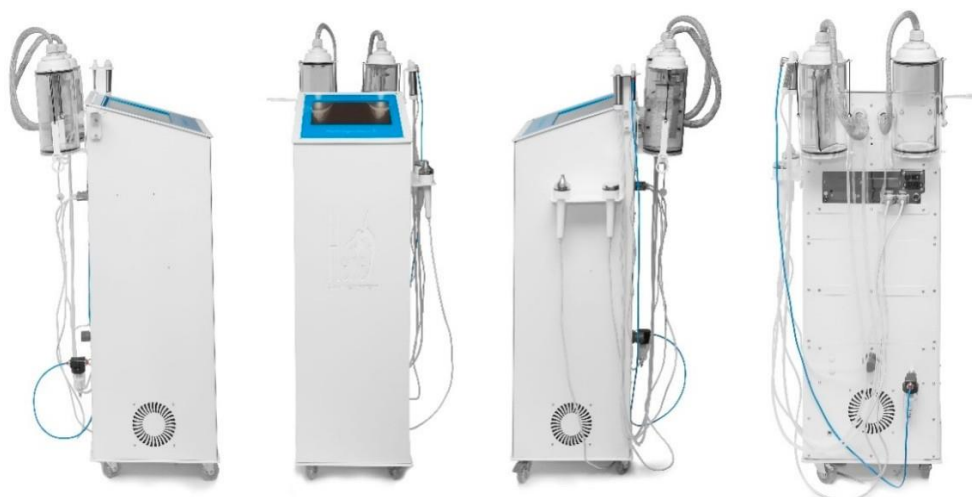
W trakcie badania w obu grupach nie wolno było stosować innych metod leczenia. Podczas serii leczenia 10 osób odpadło zarówno z grupy AV, jak i CS. Część z tych osób nie pojawiła się na kolejnych zabiegach. Niektórzy uczestnicy badania zgłaszali nadmierne wysuszenie skóry po przeprowadzeniu oczyszczania wodorowego. Ostatecznie badanie ukończyło 30 kobiet z grupy AV i 30 osób z CS. Schemat blokowy badania klinicznego przedstawiono na Rysunku 1.

2.2. Aparatura do oczyszczania wodorowego

Hebe Hydrogenium+ zostało użyte do serii zabiegów oczyszczania wodorowego (Rysunek 2). Hydrogenium+ to innowacyjne urządzenie do nieinwazyjnej i kompleksowej pielęgnacji skóry. Pacjenci zarówno z grupy AV, jak i CS zostali poddani czterem sesjom oczyszczania wodorowego przy użyciu urządzenia Hydrogenium+. Urządzenie posiada dwa kielichy: Kielich 1 służy do produkcji wody alkalicznej i zawiera generator z rurami wlotowymi, co pozwala na bezustanne określanie w jakiej części znajduje się woda alkaliczna (z dodatkiem jonów wapnia, magnezu i potasu); Kielich 2 przeznaczony jest na wodę zużytą.



Rysunek 1. Schemat przebiegu badania klinicznego grupy 1 (trądzik pospolity, AV) i grupy 2 (próba kontrolna, CS).



Rysunek 2. Hebe Hydrogenium+.

Kielich 1 wyposażony jest w nierozpuszczalną w wodzie membranę stabilizującą układ (nanosrebro) oraz dwie elektrody wykonane z tytanu, pokryte 25-mikronową warstwą platyny (dzięki której zachodzi proces elektrolizy). Po wlaniu do Kielicha 1 wody o niskiej zawartości minerałów (poniżej 500 mg/L), urządzenie zostaje włączone przyciskiem start. Urządzenie jest gotowe, gdy na panelu pokazuje 100% przygotowania. W Kielichu 1 po jednej stronie membrany znajduje się woda alkaliczna, która jest wykorzystywana do uzdatniania, natomiast po drugiej stronie membrany znajduje się woda kwaśna (z jonami chloru i siarki). Urządzenie pobiera wodę w środowisku alkalicznym. Parametry prądu elektrycznego używanego podczas zabiegu to 1 amper i 150 woltów. Temperatura wody podczas podgrzewania przez urządzenie wynosi 25 °C.

2.3. Procedura leczenia

W pierwszym etapie zabiegu został wykonany demakijaż kosmetyczny (płyn micelarny). Następnie przeprowadzono oczyszczanie wodorowe przy użyciu głowicy H2 peel, odessano fałd skórny podciśnieniem (doprowadzając czystą wodę jednym przewodem) i przepłukano go wodą uwodornioną. Zużyta woda była zasysana drugim przewodem podłączonym do głowicy, która odprowadzała ją do zbiornika na nieczystości. Moc urządzenia została ustawiona dla każdego z czterech zabiegów na około 10% podciśnienia; większa dawka mogłaby spowodować pojawienie się na skórze zaczerwienienia. Ten etap zabiegu wykonywany był przez 10 min.

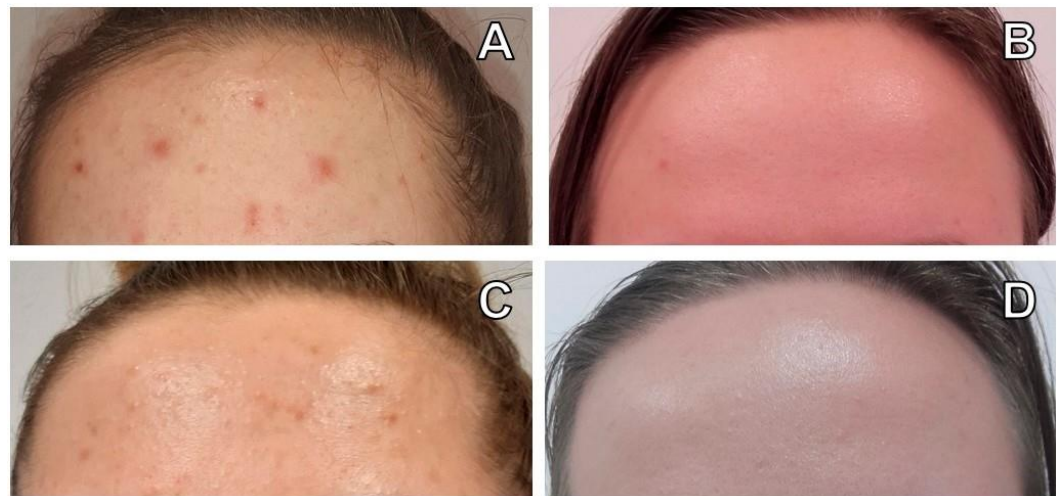
Kolejnym etapem procedury było zastosowanie głowicy strumieniowej H2, wykorzystującej potencjał aktywnego wodoru (wtrysk wody uwodornionej), która posiadała dyszę "wyrzucającą" wodę uwodornioną pod ciśnieniem. Zastosowano tu moc 2 sztabek (przeznaczonych na obszar twarzy) dla każdej serii zabiegów. Głowica ta była prowadzona w odległości 2-3 cm od skóry klienta przez 5 min. Uczestnicy byli poddawani leczeniu w odstępach 1-tygodniowych przez cztery sesje.

Po zakończeniu sesji na skórę twarzy badanych nakładano jedynie krem nawilżający. Zalecono pielęgnację domową, która polegała na myciu twarzy płynem micelarnym i stosowaniu wyłącznie kremu nawilżającego. W trakcie badania uczestnicy zostali poinformowani o zakazie wykonywania innych zabiegów kosmeceutycznych, złuszczących i aparaturowych.

2.4. Ocena parametrów skóry

Do klinicznej oceny nasilenia trądziku pospolitego wykorzystano skalę Hellgrena-Vincenta (HVS). HVS jest pięciopunktową skalą, w której wyższy stopień oznacza większe nasilenie trądziku, co przedstawia się następująco: (1) rumień, zaskórniki, 1-5 grudek lub krostek; (2) rumień, zaskórniki, 6-10 grudek lub krostek; (3) rumień, zaskórniki, 11-20 grudek lub krostek; (4) rumień, zaskórniki, 21-30 grudek lub krostek; (5) rumień, zaskórniki, ponad 30 grudek lub krostek [25]. HVS oceniano przed leczeniem i po 14 dniach od zakończenia czterech sesji oczyszczania wodorowego. Przykład uczestniczek z próbek AV i SC jest pokazany na Rysunku 3.

Pomiary funkcjonalne parametrów skóry przeprowadzono dwukrotnie (przed zabiegiem oraz 7 i 14 dni po pełnej sesji czterech zabiegów), przy użyciu urządzenia Derma Unit SSC 3 (Courage + Khazaka Electronic GmbH, Kolonia, Niemcy). Mierzono następujące parametry skóry: ilość wydzielanego łoju (przy użyciu Sebumetru, Courage + Khazaka Electronic GmbH, Kolonia, Niemcy), pH powierzchni skóry (przy użyciu Skin-pH-Meter, Courage + Khazaka Electronic GmbH, Kolonia, Niemcy) oraz nawilżenie skóry (przy użyciu Corneometru, Courage + Khazaka Electronic GmbH, Kolonia, Niemcy). U każdej z uczestniczek wykonano trzy pomiary na twarzy: (1) między brwiami; (2) około 1 cm od płatka nosa (lewego i prawego); oraz (3) około 1 cm od dolnej wargi (na brodzie)- patrz Materiały Uzupełniające. Zdjęcia posłużyły również do oceny zmian trądzikowych po zastosowaniu kuracji oczyszczania wodorowego. Zdjęcia kliniczne zostały wykonane na poziomie wyjściowym oraz 14 dni po zakończeniu czterech sesji oczyszczania wodorowego.



Rysunek 3. Przykład czoła uczestniczek: (A) z grupy AV przed oczyszczaniem wodorowym (OW); (B) z grupy CS przed OW; (C) z grupy AV 14 dni po OW; (D) z grupy CS po OW.

2.5. Analiza statystyczna

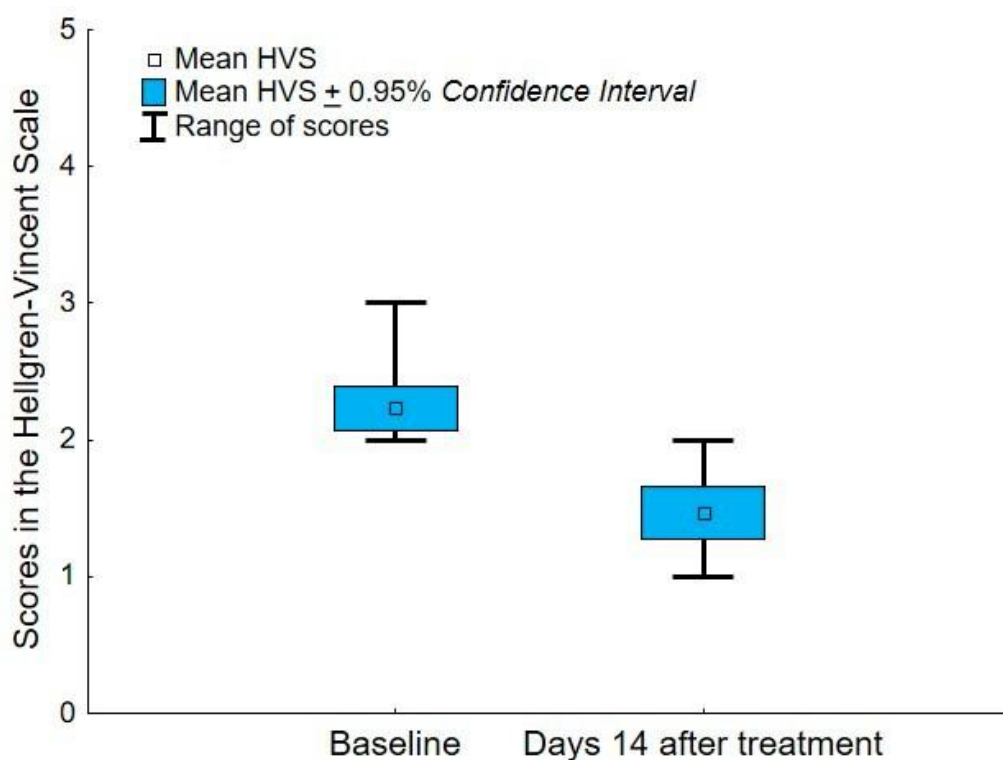
Po pierwsze, zmiany nasilenia trądziku pospolitego zostały ocenione poprzez porównanie HVS na poziomie wyjściowym i 14 dni po zakończeniu czterech sesji oczyszczania wodorowego w grupie AV. Wykorzystano do tego celu nieparametryczny test Wilcoxon. Po drugie, dla każdego parametru skóry obliczono statystyki opisowe oddzielnie w grupie AV i kontrolnej, w tym liczbę obserwacji, średnią, odchylenie standardowe, minimum i maksimum. Normalność rozkładu zbiorów danych zbadano za pomocą testu d Kolmogorowa-Smirnowa.

Ponieważ wszystkie dane wykazywały rozkład normalny w obu grupach ($p > 0,05$), przeprowadzono ANOVA z powtórzonymi działaniami (na poziomie podstawowym oraz w tygodniu 1 i 2 po zakończeniu kuracji oczyszczania wodorowego), aby porównać parametry skóry (takie jak pH, ilość łoju i nawilżenie) w wybranych miejscach twarzy (między brwiami, wokół nosa i wokół dolnej wargi) w obu grupach (AV i kontrolnej). Test post-hoc Fishera (LSD) został przeprowadzony w celu znalezienia istotnych różnic pomiędzy grupami, jak również pomiędzy warunkami leczenia: test (na poziomie podstawowym) i retest (7 i 14 dni po zakończeniu leczenia). Ponadto wielkość efektu dla testów ANOVA obliczono przy użyciu częściowego współczynnika eta-kwadrat. Wszystkie statystyki zostały obliczone przy użyciu oprogramowania Statistica 13.1. Software (Round Rock, TX, U.S.).

3. Wyniki

Liczbę i odsetek kobiet z określonym stopniem nasilenia trądziku pospolitego w skali Hellgrena-Vincenta przedstawiono w Tabeli 1. W momencie rozpoczęcia badania u większości uczestniczek w grupie AV rozpoznano trądzik drugiego stopnia (76,67% próby), a u kilku osób trądzik trzeciego stopnia (23,33%). Dwa tygodnie po zakończeniu kuracji oczyszczania wodorowego u około połowy badanych rozpoznano I (53,33%) i II (46%) stopień trądziku. Świadczy to o tym, że poziom AV obniża się pod wpływem zabiegu oczyszczania wodorowego u większości osób, co potwierdził test par Wilcoxon, $n = 21$, $T = 0,00$, $Z = 4,02$, $p < 0,0001$. Zmiany w HVS w wyniku oczyszczania wodorem przedstawiono na Rysunkach 3 i 4.

Porównanie parametrów skóry pomiędzy grupą AV a grupą kontrolną przedstawiono w Tabeli 2. Stwierdzono statystycznie istotne różnice w grupach dla łoju i nawilżenia we wszystkich trzech miejscach pomiaru na twarzy (między brwiami, wokół nosa i na dolnej wardze). Grupa AV uzyskała wyższe wyniki w zakresie natłuszczenia i niższe w zakresie nawilżenia niż grupa kontrolna.



Rysunek 4. Różnice w HVS pomiędzy dwoma pomiarami: na poziomie wyjściowym i 14 dni po zakończeniu 4-tygodniowej kuracji oczyszczania wodorowego.

Tabela 2. Średnie, odchylenia standardowe oraz dwukierunkowa ANOVA z powtórzonymi miarami dla badanych zmiennych.

Zmienna	AV (n = 30)		CS (n = 30)		ANOVA			
	M	SD	M	SD	Effect	F ratio	df	η_p^2
PH między brwiami								
Punkt odniesienia	5.19	0.45	5.19	0.52	G	0.05	1, 58	0.00
1. tydzień po zabiegu	5.27	0.40	5.24	0.42	T	1.45	2, 116	0.02
2. tydzień po zabiegu	5.28	0.26	5.26	0.18	G × T	0.04	2, 116	0.00
PH wokół nosa								
Punkt odniesienia	5.26	0.47	5.26	0.47	G	0.61	1, 58	0.01
1. tydzień po zabiegu	5.23	0.29	5.35	0.35	T	0.68	2, 116	0.01
2. tydzień po zabiegu	5.28	0.25	5.34	0.28	G × T	0.98	2, 116	0.02
PH wokół dolnej wargi								
Punkt odniesienia	5.25	0.40	5.27	0.47	G	0.52	1, 58	0.00
1. tydzień po zabiegu	5.20	0.29	5.10	0.31	T	4.19 *	2, 116	0.07
2. tydzień po zabiegu	5.27	0.22	5.19	0.27	G × T	1.18	2, 116	0.02
Przetłuszczanie między brwiami								
Punkt odniesienia	205.87	33.23	92.73	29.85	G	147.99 ***	1, 58	0.72
1. tydzień po zabiegu	146.60	30.05	91.07	30.45	T	50.93 ***	2, 116	0.47
2. tydzień po zabiegu	141.90	31.02	86.53	17.79	G × T	38.86 ***	2, 116	0.40
Przetłuszczanie wokół nosa								
Punkt odniesienia	193.77	42.12	80.97	37.90	G	68.29 ***	1, 58	0.54
1. tydzień po zabiegu	139.67	45.87	81.30	41.65	T	28.57 ***	2, 116	0.33
2. tydzień po zabiegu	136.63	43.27	82.77	24.06	G × T	30.97 ***	2, 116	0.35
Przetł. wokół dolnej wargi								
Punkt odniesienia	179.87	43.22	76.63	28.73	G	83.17 ***	1, 58	0.59
1. tydzień po zabiegu	140.40	42.18	86.40	37.28	T	11.07 ***	2, 116	0.16
2. tydzień po zabiegu	135.87	38.38	80.63	20.67	G × T	20.25 ***	2, 116	0.26

Tabela 2. Kont.

Zmienna	AV (n = 30)		CS (n = 30)		ANOVA			
	M	SD	M	SD	Effect	F ratio	df	η_p^2
Nawilżenie między brwiami								
Punkt odniesienia	56.37	17.30	62.37	15.07	G	4.20 *	1, 58	0.07
1. tydzień po zabiegu	58.21	16.90	65.59	16.31	T	4.78 **	2, 116	0.08
2. tydzień po zabiegu	59.71	19.08	70.06	16.78	G x T	0.78	2, 116	0.01
Nawilżenie wokół nosa								
Punkt odniesienia	35.40	17.76	46.75	23.34	G	10.92 **	1, 58	0.16
1. tydzień po zabiegu	46.49	20.85	61.92	17.87	T	24.74 ***	2, 116	0.30
2. tydzień po zabiegu	49.28	19.91	64.89	18.45	G x T	0.50	2, 116	0.00
Nawilżenie wokół dolnej wargi								
Punkt odniesienia	63.33	13.71	71.00	18.83	G	5.15 *	1, 58	0.08
1. tydzień po zabiegu	61.77	16.15	71.19	18.88	T	1.79	2, 116	0.03
2. tydzień po zabiegu	63.36	16.33	75.02	21.09	G x T	0.91	2, 116	0.02

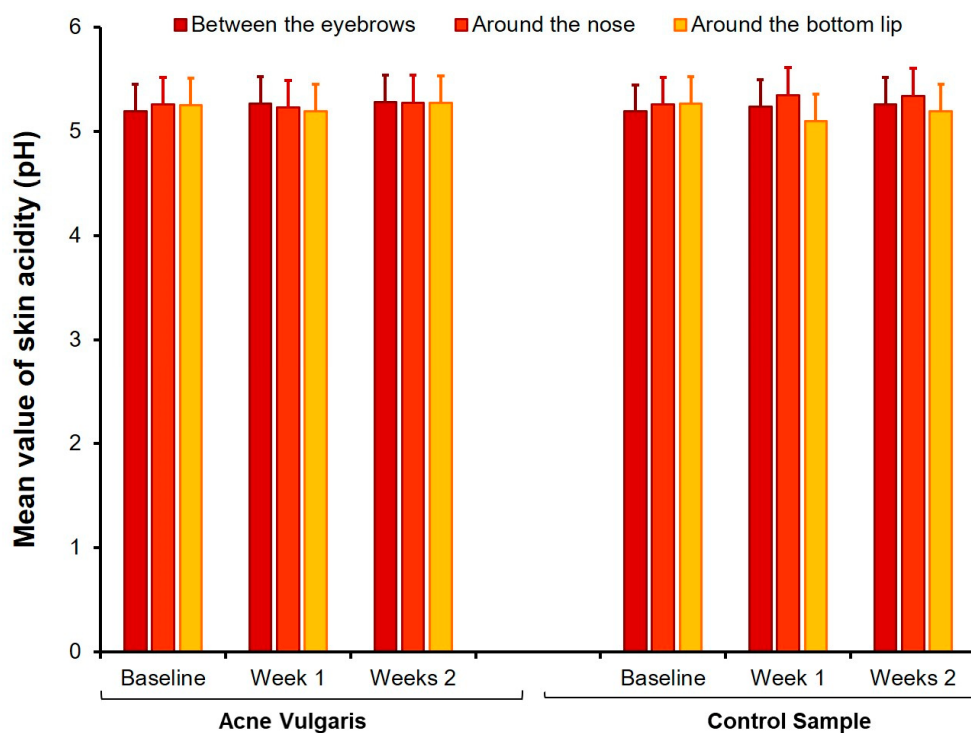
Nota: N = 60. ANOVA = analiza wariancji; AV = grupa z trądzikiem pospolitym (n = 30); CS = grupa kontrolna bez trądziku pospolitego; G = grupa; T = zabieg oczyszczania wodorowego. Parametr skóry tłustej wyrażony jest w jednostkach $\mu\text{g}/\text{cm}^2$; nawilżenie w $\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Zabieg był istotny w następujących parametrach: pH wokół dolnej wargi, nawilżenie między brwiami i wokół nosa oraz przetłuszczanie się skóry we wszystkich trzech miejscach na twarzy. Zgodnie z oczekiwaniami, pod wpływem zabiegu oczyszczania wodorowego poziom łoju zmniejszył się, a poziom nawilżenia wzrósł. Test post-hoc LSD Fishera wykazał istotne różnice między testem wyjściowym a retestem po pierwszej sesji ($p < 0,0001$). Różnice między pierwszym pomiarem na poziomie podstawowym a dwoma tygodniami po zakończeniu wszystkich czterech sesji leczenia utrzymywały się ($p < 0,0001$). Natomiast drugi i trzeci pomiar (7 i 14 dni po ostatnich sesjach) nie różniły się istotnie od siebie ($p > 0,05$). Stwierdzono również efekt interakcji pomiędzy grupami i leczeniem w przypadku skóry tłustej we wszystkich trzech miejscach na twarzy. Test post-hoc LSD Fishera wykazał, że leczenie było skuteczne w grupie AV ($p < 0,0001$), ale tłusta skóra wśród uczestników CS nie zmieniła się pod wpływem oczyszczania wodorem ($p > 0,05$). Więcej szczegółów przedstawiono na Rysunkach 5–7.

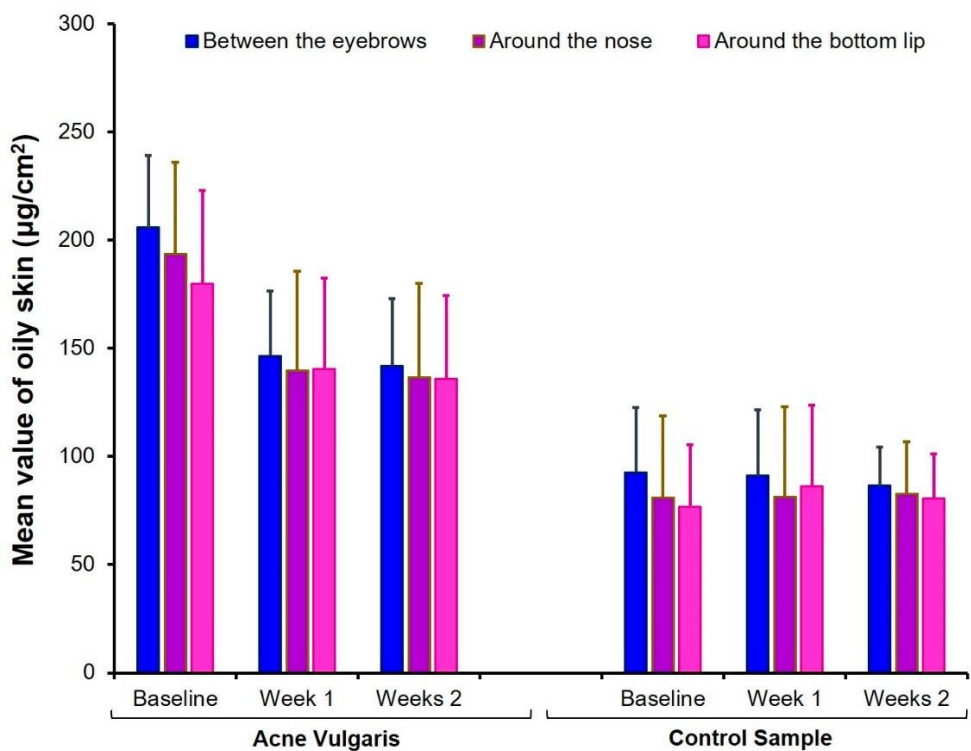
4. Dyskusja

To 4-tygodniowe badanie wykazało, że zabieg oczyszczania wodorowego, opracowany specjalnie dla kobiet z łagodnym lub umiarkowanym trądzikiem, doprowadził do znacznej poprawy stopnia nasilenia trądziku oraz ogólnego wyglądu i stanu skóry. Zgodnie z naszą najlepszą wiedzą, w niniejszej pracy po raz pierwszy zbadano oczyszczanie wodorem w odniesieniu do zewnętrznego leczenia kosmeceutycznego trądziku pospolitego. Obecne leczenie oparte jest na aktywnym wodorze. Jako jeden z najsilniejszych przeciwutleniaczy, aktywny wodór przeciwdziała procesowi starzenia się oraz łagodzi stany zapalne i stres oksydacyjny. Wysokiej jakości generator Hydrogenium+ usuwa z wody tlen i niekorzystne jony chloru, siarki i fosforu, nasycając ją aktywnym wodorem oraz korzystnymi jonami wapnia, magnezu i potasu. Wodór z łatwością przenika w głąb struktur skóry, wiąże się z najbardziej szkodliwymi wolnymi rodnikami tlenowymi, dzięki czemu skutecznie je neutralizuje i pozbawia skórę szkodliwych właściwości.

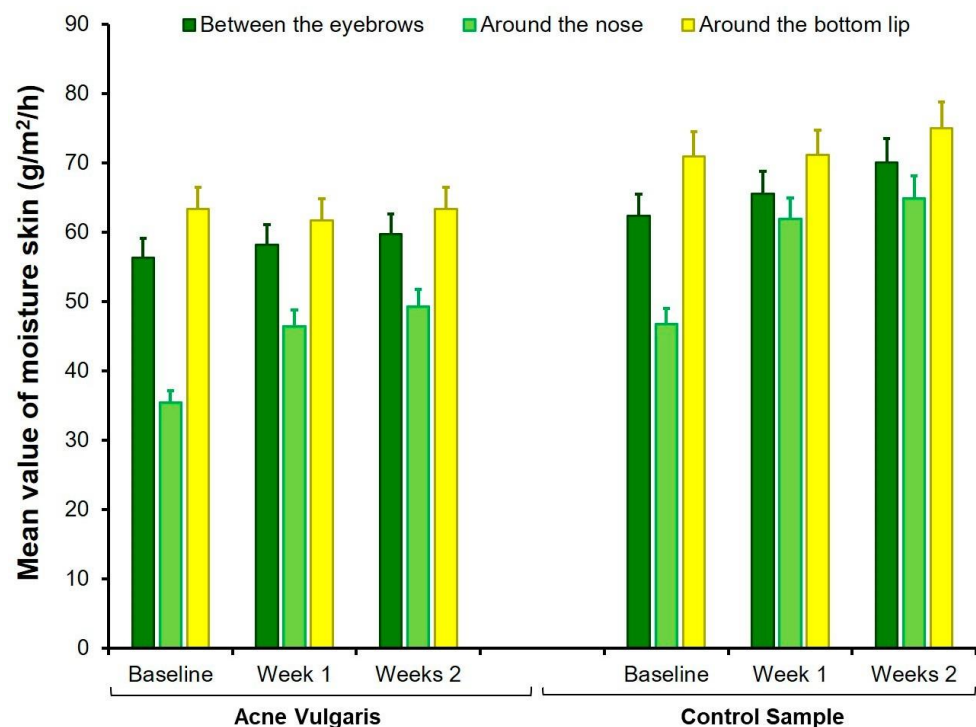
Następnie, jako woda, jest wydalany z organizmu. Oczyszczanie wodorowe może poprawić sprawne funkcjonowanie skóry, spowalniając proces starzenia się, a także zmniejszając skutki stresu i zanieczyszczenia środowiska.



Rysunek 5. Porównanie średnich wartości kwasowości skóry na poziomie wyjściowym, tydzień i dwa tygodnie po zakończeniu leczenia oczyszczaniem wodorowym w obu grupach AV i CS. Słupki błędów to odchylenia standardowe.



Rysunek 6. Porównanie średnich wartości skóry tłustej na poziomie wyjściowym, tydzień i dwa tygodnie po zakończeniu kuracji oczyszczającej wodorem w grupach AV i CS. Słupki błędów to odchylenia standardowe.



Rysunek 7. Porównanie średnich wartości nawilżenia skóry na poziomie podstawowym, tydzień i dwa tygodnie po zakończeniu leczenia oczyszczaniem wodorowym w obu grupach AV i CS. Słupki błędów to odchylenia standardowe.

Badanie to wykazało, że aktywność antyoksydacyjna wodoru może również wpływać na powszechne patogeny skóry (np. *Cutibacterium acne*, *Staphylococcus ureus*, *Staphylococcus epidermidis*). Wydaje się możliwe, że wodór może łagodzić trądzik dzięki swoim właściwościom antybakteryjnym oraz poprzez zmniejszenie poziomu łju. Łój odgrywa kluczową rolę w patogenezie trądziku. [26–28]. Z kolei obniżony poziom łju może poprawić właściwości skóry i zmniejszyć trądzik. Postęp zapalenia w patogenezie trądziku może być związany ze zmianami w łju oraz uwalnianiem reaktywnych form tlenu (ROS) z uszkodzonych ścian mieszków włosowych. Niektóre z powszechnie stosowanych leków w leczeniu trądziku, takie jak nadtlenek wodoru, działają poprzez redukcję ROS [29]. Poprzednie badanie wykazało, że dodanie nadtlenku wodoru do przedoperacyjnego przygotowania skóry może być metodą o niskim ryzyku zmniejszenia zanieczyszczenia *C. acnes* tkanek głębokich [30–32]. Ponadto, pacjentom z trądzikiem zaleca się mydła alkaliczne (pH 9-10) z różnymi substancjami powierzchniowo czynnymi. [33,34]. Stężenia siarkowodoru w termalnych wodach źródłanych wykazują właściwości hamujące proliferację bakterii pochodzenia ludzkiego [35].

Badanie to wykazało, że zabieg oczyszczania wodorowego może pozytywnie wpłynąć na redukcję wykwitów skórnych i zwiększenie nawilżenia, a także zmniejszenie przetłuszczania się skóry u osób cierpiących na trądzik pospolity. W szczególności, poziom łju był znacząco obniżony tylko w grupie AV, podczas gdy nawilżenie skóry między brwiami i wokół nosa było znacząco zwiększone zarówno w grupie AV jak i CS. Odpowiedni poziom nawilżenia skóry pełni rolę ochronną w barierze skórnej. Woda alkaliczna może nawilżać skórę i poprawiać jej barierę ochronną. Jednak optymalny czas i sposób codziennego oczyszczania i nawilżania skóry twarzy może mieć równie korzystny wpływ na zdrową skórę [36]. Wiele preparatów oczyszczających nawilża, zapobiega i łagodzi podrażnienia skóry poprzez spowolnienie odparowywania wody.

Pozytywny wpływ wodorowego zabiegu oczyszczającego na zmniejszenie wydzielania łju jest prawdopodobnie wynikiem korzystnego działania wody alkalicznej. Woda alkaliczna ma wysoki poziom pH, który może zmniejszyć nadmiar łju z naskórka. Woda alkaliczna wydaje się odgrywać istotną rolę jako czynnik regulacyjny o działaniu przeciwzapalnym i przeciwutleniającym na komórki i narządy [15]. Niektóre środki do oczyszczania skóry, takie jak mydło (pH 9-10), mają podobne pH do wody alkalicznej.

Jednak codzienne mycie twarzy takim preparatem mogłoby podrażnić skórę. Zabieg oczyszczania wodorowego wykonywany był u naszych pacjentek raz w tygodniu, dzięki czemu przyniósł doskonałe efekty w zakresie redukcji łoju bez żadnych skutków ubocznych [37]. Oczyszczanie wodorem nie zmieniło znacząco pH skóry twarzy uczestników zarówno w próbkach AV, jak i CS. Wynik ten jest zgodny z wcześniejszymi badaniami, które wykazały, że żaden z pięciu obszarów twarzy (tj. czoło, nos, podbródek oraz prawy/lewy policzek) nie różnił się istotnie pod względem pH pomiędzy osobami zdrowymi a osobami z trądzikiem [38]. pH powierzchni skóry ma wpływ na funkcję bariery ochronnej [34]. Aktualne wyniki wykazały, że zakwaszenie skóry badanych osób mieściło się w zakresie 4,1-5,8 pH, co jest normą dla populacji ogólnej [39]. Schürer [40] odkryła, że niski poziom pH ma właściwości ochronne skóry, spowalniając rozwój bakterii. Z drugiej strony, duży wzrost pH może uszkodzić powierzchnię skóry, powodując podrażnienie, co może negatywnie wpłynąć na mikrobiom skóry. Różne czynniki zewnętrzne i wewnętrzne mogą wpływać na pH skóry [34]. Nawilżenie skóry, pot, łój, budowa anatomiczna, predyspozycje genetyczne, wiek i dieta to jedne z wielu endogennych czynników wpływających na pH skóry. Do czynników egzogennych należą detergenty, stosowanie produktów kosmetycznych, opatrunków okluzyjnych, antybiotyków stosowanych miejscowo, wilgotność powietrza, pora roku oraz indywidualne różnice w nawykach behawioralnych. Obecne badanie wykazało, że oczyszczanie wodorem nie miało wpływu na pH skóry twarzy u młodych kobiet. Być może zabieg ten był zbyt krótki, aby znacząco zmienić pH. Aby wyjaśnić tę kwestię, konieczne są dalsze badania.

Wcześniejsze badania dotyczyły tylko właściwości leczniczych wody alkalicznej do użytku wewnętrznego poprzez jej picie. Na przykład, Gadek i in. [41] stwierdzili, że codzienne picie 2 L wody alkalicznej (woda Nordenau i Hita Tenryosui) obniżyło poziom glukozy HbA1c u osób z cukrzycą typu 2. Znaczące zmiany zaobserwowano już po sześciu dniach, a długotrwałe stosowanie wody alkalicznej spowodowało obniżenie poziomu cholesterolu i kreatyniny we krwi, a także wzrost poziomu lipoprotein gęstych [41,42]. Ponadto, Osada i in. [43] wykazali, że picie 2 L wody alkalicznej (woda Hita Tenryosui) dziennie przez dwa miesiące znacząco obniżyło poziom cukru we krwi u 89% pacjentów z cukrzycą. Podobnie, poziom trójglicerydów i cholesterolu całkowitego we krwi uległ znacznemu obniżeniu u 92% pacjentów z hiperlipidemią. Badanie przeprowadzone przez Higashikawa i in. [44] wykazało, że picie wody alkalicznej ma działanie antymetaboliczne, czego dowodem jest obniżony poziom cukru we krwi na czczo, ciśnienie krwi, a także poziom cholesterolu całkowitego LDL, GOT, g-GTP, trójglicerydów, wskaźnik miażdżycy i poziom kwasu moczowego.

Odnotowano natomiast wzrost poziomu leptyny, a także poprawę w zakresie zapań. Woda alkaliczna jest również wykorzystywana do wspomagania leczenia raka [45-48]. Woda alkaliczna hamuje angiogenezę nowotworów, hamuje wymiatanie wewnątrzkomórkowych ROS, hamuje ekspresję genów i wydzielanie czynnika wzrostu śródbłonna naczyniowego, hamuje wzrost komórek nowotworowych i mikroorganizmów oraz indukuje apoptozę wraz z glutationem w komórkach białaczki HL60. Łatwość tworzenia wody alkalicznej i jej uniwersalność może przynieść wiele efektów zdrowotnych w leczeniu wielu schorzeń, w tym dermatologicznych oraz w utrzymaniu zdrowia. Tak więc obiecujące wyniki tego badania powinny być kontynuowane i potwierdzone w przyszłości.

Dotychczasowe badania wykazały skuteczność zabiegów kosmeceutycznych w poprawie parametrów skóry i redukcji blizn u osób z trądzikiem pospolitym, z zastosowaniem peelingów kwasowych, radiofrekwencji, frakcyjnej radiofrekwencji mikroigłowej, mikrodermabrazji, sonoforezy oraz intensywnego światła pulsacyjnego (IPL) [25,49,50]. W porównaniu z innymi zabiegami kosmeceutycznymi, takimi jak kwasy kosmetyczne [9,50], zabieg oczyszczania wodorowego nie wiąże się z ryzykiem podrażnienia, zaczerwienienia skóry, czy też wystąpienia skutków ubocznych w postaci pieczenia i swędzenia powierzchni naskórka. Osoby o skórze wrażliwej, skłonnej do podrażnień i z pewnymi niepożądanymi objawami związanymi z rodzajem skóry (np. suchość, ściągnięcie, szorstkość, zmywanie makijażu, szybkie wydzielanie łoju, uczucie różnicy w natłuszczeniu, częstotliwość występowania zmian trądzikowych, przetłuszczanie się) [51], powinny zwrócić szczególną uwagę na zabiegi z użyciem kwasów kosmetycznych lub innych terapii zewnętrznych [52]. Jednakże, oczyszczanie wodorowe wydaje się być bezpieczne i skuteczne w poprawie tego typu skóry [53].

Należy dodać, że oczyszczanie wodorowe nie jest leczeniem i nie może zastąpić metod dermatologicznych [52,54]. Może jednak wspomagać inne dermatologiczne terapie farmakologiczne i zewnętrzne [27] w nawilżaniu oraz zmniejszaniu poziomu łoju i zmian skórnych u osób z łagodnym i umiarkowanym trądzikiem. U osób z przetokami lub torbielami zabieg jest zabroniony, a możliwe jest wyłącznie leczenie dermatologiczne. Należy podkreślić, że rosnąca oporność *Cutibacterium acnes* i innych bakterii na antybiotyki staje się niezwykle niepokojąca. Oczyszczanie wodorowe może być stosowane pomocniczo u osób, u których rozwinęła się lekooporność na skutek zbyt długiego stosowania preparatów leczniczo, a także u osób, które nie mogą stosować środków miejscowych w postaci kremów lub maści ze względu na liczne działania niepożądane, takie jak silne podrażnienie lub złuszczenie skóry [55,56].

Ograniczenia badania

W niniejszym badaniu wykorzystano HVS do oceny nasilenia trądziku pospolitego oraz urządzenie Derma Unit SSC 3 do pomiaru wybranych parametrów skóry, takich jak pH, natłuszczenie i nawilżenie skóry. W przyszłości chcielibyśmy zastosować więcej narzędzi pomiarowych, na przykład specjalistyczny aparat fotograficzny, który mógłby poprawić jakość badania. Aparat Visiopor® PP 34 (Courage + Khazaka Electronic GmbH, Kolonia, Niemcy) wykorzystuje specyficzne światło UV do wizualizacji fluoryzujących zmian trądzikowych o powierzchni co najmniej 8 x 6,4 mm. Pomarańczowo-czerwona fluorescencja wskazuje na obecność bakterii *Propionibacterium acne* w obrębie zmian klinicznie niewidocznych (grudki mieszkowe i mikrozaskórniki) oraz klinicznie widocznych (zaskórniki, grudki i krosty).

Innym ograniczeniem badania jest próba badawcza, tzn. badanie skupiło się na jednorodnej grupie młodych kobiet. Ponadto, wielkość próby w tym badaniu nie była duża. W przyszłości w badaniu powinna wziąć udział większa próba, obejmująca zarówno kobiety, jak i mężczyzn z trądzikiem w szerszym przedziale wiekowym oraz osoby bez jakichkolwiek problemów skórnych lub chorób (dla porównania). Ponadto cenne byłoby porównanie skuteczności zabiegu oczyszczania wodorowego z użyciem wody alkalicznej z innymi zabiegami kosmetycznymi z użyciem substancji kosmetycznych o kwaśnym pH oraz innymi zabiegami kosmetycznymi stosowanymi zewnętrznie.

5. Wnioski

Oczyszczanie wodorowe jest skuteczną i bezpieczną metodą leczenia trądziku pospolitego. W pracy tej naukowcy przeprowadzili badania na osobach zmagających się z trądzikiem pospolitym i wykazali, że oczyszczanie wodorem może po raz pierwszy pomóc w leczeniu tej choroby. Leczenie wodorem oczyszczającym jest bezpieczne i skuteczne w zmniejszaniu wykwitów skóry trądzikowej i może poprawić stan i wygląd skóry poprzez zmniejszenie wydzielania łoju i zwiększenie poziomu nawilżenia u młodych kobiet. W połączeniu z lekami doustnymi i innymi terapiami zewnętrznymi, oczyszczanie wodorem może być brane pod uwagę w celu optymalizacji wyników leczenia trądziku i przezwyciężenia problemów napotykanym w niektórych konwencjonalnych metodach. Należy jednak zaznaczyć, że oczyszczanie wodorem nie może zastąpić leczenia farmakologicznego, ale może być stosowane jako wspomagająca kuracja miejscowa w trądziku pospolitym, w połączeniu z innymi formami terapii, zgodnie z zaleceniami lekarzy. [57].

Materiały uzupełniające: Są dostępne na stronie internetowej <https://www.mdpi.com/2227-9032/9/2/144/s1>.

Wkład autorów: Konceptualizacja, K.C.; metodologia, K.C.; oprogramowanie, K.C. i R.S.; walidacja, K.C., A.M.R., i R.S.; analiza formalna, A.M.R.; badanie, K.C.; źródła, K.C. i R.S.; obróbka danych, K.C. i A.M.R.; pisanie - przygotowanie pierwotnego szkicu dokumentu, K.C., A.M.R., i R.S.; pisanie - przegląd i redakcja, K.C., A.M.R., i R.S.; wizualizacja, A.M.R.; nadzór, R.S.; zarządzanie projektem, K.C. i R.S.; pozyskiwanie finansowania, R.S. Wszyscy autorzy przeczytali i zaakceptowali opublikowaną wersję manuskryptu.

Finansowanie: Koszty opracowania artykułu pokrył finansowo Uniwersytet Opolski.

Oświadczenie Instytucyjnej Komisji Rewizyjnej: Badanie przeprowadzono zgodnie z wytycznymi Deklaracji Helsińskiej i uzyskało akceptację Komisji Etyki Badań Naukowych Człowieka przy Uniwersytecie Opolskim (KB/54/NOZ/2019).

Deklaracja świadomej zgody: Od wszystkich osób biorących udział w badaniu uzyskano świadomą zgodę.

Deklaracja dostępności danych: Dane przedstawione w tej pracy są dostępne w Materiałach Uzupełniających.

Konflikty interesów: Autorzy nie zgłaszają konfliktu interesów.

Źródła

1. Heng, A.W.S.; Chew, F.T. Systematic review of the epidemiology of acne vulgaris. *Sci. Rep.* **2020**, *10*, 5754. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
2. Dréno, B. Treatment of adult female acne: A new challenge. *J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol.* **2015**, *29*, 14–19. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
3. Anaba, E.L.; Oaku, R.I. Adult female acne: A cross-sectional study of diet, family history, body mass index, and premenstrual flare as risk factors and contributors to severity. *Int. J. Women Dermatol.* **2020**. [[CrossRef](#)]
4. Picardi, A.; Lega, I.; Tarolla, E. Suicide risk in skin disorders. *Clin. Dermatol.* **2013**, *31*, 47–56. [[CrossRef](#)]
5. Jagtiani, A.; Nishal, P.; Jangid, P.; Sethi, S.; Dayal, S.; Kapoor, A. Depression and suicidal ideation in patients with acne, psoriasis, and alopecia areata. *J. Mental Health Hum. Behav.* **2017**, *22*, 50–54. [[CrossRef](#)]
6. Koo, E.B.; Petersen, T.D.; Kimball, A.B. Meta-analytic comparing efficacy of antibiotics versus oral contraceptives in acne vulgaris. *J. Am. Acad. Dermatol.* **2014**, *71*, 450–459. [[CrossRef](#)]
7. Williams, H.C.; Dellavalle, R.P.; Garner, S. Acne vulgaris. *Lancet* **2012**, *379*, 361–372. [[CrossRef](#)]
8. Chilicka, K.; Rogowska, A.M.; Szyguła, R.; Adamczyk, E. Association between Satisfaction with Life and Personality Types A and D in Young Women with Acne Vulgaris. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 8524. [[CrossRef](#)]
9. Chilicka, K.; Rogowska, A.M.; Szyguła, R.; Taradaj, J. Examining Quality of Life After Treatment with Azelaic and Pyruvic Acid Peels in Women with Acne Vulgaris. *Clin. Cosmet. Investig. Dermatol.* **2020**, *13*, 469–477. [[CrossRef](#)]
10. Mazzarello, V.; Donadu, M.G.; Ferrari, M.; Piga, G.; Usai, D.; Zanetti, S.; Sotgiu, M.A. Treatment of acne with a combination of propolis, tea tree oil, and Aloe vera compared to erythromycin cream: Two double-blind investigations. *Clin. Pharmacol. Adv. Appl.* **2018**, *10*, 175–181. [[CrossRef](#)]
11. Contassot, E.; French, L.E. New insights into acne pathogenesis: Propionibacterium Acnes activates the inflammasome. *J. Investig. Dermatol.* **2014**, *134*, 310–313. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
12. Makrantonaki, E.; Ganceviciene, R.; Zouboulis, C. An update on the role of the sebaceous gland in the pathogenesis of acne. *Dermatoendocrinology* **2011**, *3*, 41–49. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
13. Dabade, T.S.; Feneran, A.N.; Kaufman, W.S.; Feldman, S.R. Retinoid plus antimicrobial combination treatments for acne. *Clin. Cosmet. Investig. Dermatol.* **2011**, *4*, 79–92. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
14. Oge, L.K.; Broussard, A.; Marshall, M.D. Acne vulgaris: Diagnosis and Treatment. *Am. Fam. Physician* **2019**, *100*, 475–484. [[PubMed](#)]
15. Ohsawa, I.; Ishikawa, M.; Takahashi, K.; Watanabe, M.; Nishimaki, K.; Yamagata, K.; Katsura, K.-I.; Katayama, Y.; Asoh, S.; Ohta, S. Hydrogen acts as a therapeutic antioxidant by selectively reducing cytotoxic oxygen radicals. *Nat. Med.* **2007**, *13*, 688–694. [[CrossRef](#)]
16. Qian, L.; Wu, Z.; Cen, J.; Pasca, S.; Tomuleasa, C. Medical Application of Hydrogen in Hematological Diseases. *Oxidative Med. Cell. Longev.* **2019**, *2019*, 1–6. [[CrossRef](#)]
17. Qian, L.; Shen, J. Hydrogen therapy may be an effective and specific novel treatment for Acute Graft-versus-host disease (GVHD). *J. Cell. Mol. Med.* **2013**, *17*, 1059–1063. [[CrossRef](#)]
18. Chuai, Y.; Qian, L.; Sun, X.; Cai, J. Molecular hydrogen and radiation protection. *Free. Radic. Res.* **2012**, *46*, 1061–1067. [[CrossRef](#)]
19. Buchholz, B.M.; Kaczorowski, D.J.; Sugimoto, R.; Yang, R.; Wang, Y.; Billiar, T.R.; McCurry, K.R.; Bauer, A.J.; Nakao, A. Hydrogen Inhalation Ameliorates Oxidative Stress in Transplantation Induced Intestinal Graft Injury. *Arab. Archaeol. Epigr.* **2008**, *8*, 2015–2024. [[CrossRef](#)]
20. Żabska, O. Hydrogen purification. *Kosmetol. Estet.* **2018**, *7*, 417–419.
21. Zeng, K.; Zhang, D.K. Recent progress in alkaline water electrolysis for hydrogen production and applications. *Prog. Energ. Combust. Sci.* **2010**, *36*, 307–326. [[CrossRef](#)]
22. Harris, D.C. *Quantitative Chemical Analysis*, 9th ed.; Macmillan: New York, NY, USA, 2010.
23. Shirahata, S.; Hamasaki, T.; Teruya, K. Advanced research on the health benefit of reduced water. *Trends Food Sci. Tech.* **2012**, *23*, 124–131. [[CrossRef](#)]
24. Hong, Y.; Chen, S.; Zhang, J.M. Hydrogen as a selective antioxidant: A review of clinical and experimental studies. *J. Int. Med. Res.* **2010**, *38*, 1893–1903. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
25. Chilicka, K.; Maj, J.; Panaszek, B. General quality of life of patients with acne vulgaris before and after performing selected cosmetological treatments. *Patient Prefer. Adherence* **2017**, *11*, 1357–1361. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
26. Bettoli, V.; Borghi, A.; De Padova, M.P.; Tosti, A. Acne. In *Color Atlas of Chemical Peels*; Tosti, A., Grimes, P.E., De Padova, M.P., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2006; pp. 113–132, ISBN 978-3-642-05959-9. [[CrossRef](#)]
27. Cong, T.X.; Hao, D.; Wen, X.; Li, X.H.; He, G.; Jiang, X. From pathogenesis of acne vulgaris to anti-acne agents. *Arch. Dermatol. Res.* **2019**, *311*, 337–349. [[CrossRef](#)]
28. Youn, S.W. The role of facial sebum secretion in acne pathogenesis: Facts and controversies. *Clin. Dermatol.* **2010**, *28*, 8–11. [[CrossRef](#)]

29. Ghosh, V.K.; Nagore, D.H.; Kadhbane, K.P.; Patil, M.J. Different approaches of alternative medicines in acne vulgaris treatment. *Orient. Pharm. Exp. Med.* **2011**, *11*, 1–9. [[CrossRef](#)]
30. Chalmers, P.N.; Beck, L.; Stertz, I.; Tashjian Robert, Z. Hydrogen peroxide skin preparation reduces Cutibacterium acnes in shoulder arthroplasty: A prospective, blinded, controlled trial. *J. Shoulder Elbow Surg.* **2019**, *28*, 1554–1561. [[CrossRef](#)]
31. Singh, A.M.; Sethi, P.M.; Romeo, A.A.; Anakwenze, O.A.; Abboud, J.A.; Namdari, S. Strategies to decolonize the shoulder of Cutibacterium acnes: A review of the literature. *J. Shoulder Elbow Surg.* **2020**, *29*, 660–666. [[CrossRef](#)]
32. Stull, J.D.; Nicholson, T.A.; Davis, D.E.; Namdari, S. Addition of 3% hydrogen peroxide to standard skin preparation reduces Cutibacterium acnes-positive culture rate in shoulder surgery: A prospective randomized controlled trial. *J. Shoulder Elbow Surg.* **2020**, *29*, 212–216. [[CrossRef](#)]
33. Draelos, Z.D. Cosmetics and Cleansers in Acne. In *Pathogenesis and Treatment of Acne and Rosacea*; Zouboulis, C.C., Katsambas, A.D., Kligman, A.M., Eds.; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2014; pp. 503–510, ISBN 978-3-540-69374-1. [[CrossRef](#)]
34. Schmid-Wendtner, M.H.; Korting, H.C. The pH of the skin surface and its impact on the barrier function. *Skin Pharmacol. Physiol.* **2006**, *19*, 296–302. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
35. Giampaoli, S.; Valeriani, F.; Gianfranceschi, G.; Vitali, M.; Delfini, M.; Festa, M.R.; Bottari, E.; Spica, V.R. Hydrogen sulfide in thermal spring waters and its action on bacteria of human origin. *Microchem. J.* **2013**, *108*, 210–214. [[CrossRef](#)]
36. Goodman, G. Cleansing and moisturizing in acne patients. *Am. J. Clin. Dermatol.* **2009**, *10*, 1–6. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
37. Draelos, Z.D. The science behind skin care: Cleansers. *J. Cosmet. Dermatol.* **2018**, *17*, 8–14. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
38. Kim, M.K.; Choi, S.Y.; Byun, H.J.; Huh, C.H.; Park, K.C.; Patel, R.A.; Shinn, A.H.; Youn, S.W. Comparison of sebum secretion, skin type, pH in humans with and without acne. *Arch. Dermatol. Res.* **2006**, *298*, 113–119. [[CrossRef](#)]
39. Proksch, E. pH in nature, humans and skin. *J. Dermatol.* **2018**, *45*, 1044–1052. [[CrossRef](#)]
40. Schürer, N. pH and Acne. *Curr. Probl. Dermatol.* **2018**, *54*, 115–122.
41. Gadek, Z.; Hamasaki, T.; Shirahata, S. Nordenauphenomenone application of natural reduced water to therapy. Follow-up study upon 411 diabetes patients. In *Animal Cell Technology: Basic & Applied Aspects*; Springer: Berlin, Germany, 2009; Volume 15, pp. 265–271.
42. Gadek, Z.; Li, Y.; Shirahata, S. Influence of natural reduced water on relevant tests parameters and reactive oxygen species concentration in blood of 320 diabetes patients in the prospective observation procedure. *Anim. Cell Tech.* **2006**, *14*, 377–385.
43. Osada, K.; Li, Y.P.; Hamasaki, T.; Abe, M.; Nakamichi, N.; Teruya, K.; Ishii, Y.; Wang, Y.; Katakura, Y.; Shirahata, S. Anti-Diabetes effects of HitaTenryosui water, a natural reduced water. *Anim. Cell Technol.* **2010**, *15*, 307–313.
44. Higashikawa, F.; Kuriya, T.; Noda, M. Verification of improving action of mineral water on lipid metabolism in clinical trials. In Proceedings of the 7th meeting of the Japanese Society of Preventive Medicine, Kyoto, Japan, 20–21 July 2007; p. 20.
45. Hamasaki, T.; Kishiwagi, T.; Imada, T.; Nakamichi, N.; Aramaki, S.; Toh, K.; Morisawa, S.; Shimakoshi, H.; Hisaeda, Y.; Shirahata, S. Kinetic analysis of superoxide anion radicalscavenging and hydroxyl radical-scavenging activities of platinum nanoparticles. *Lingmuir* **2008**, *24*, 7354–7364. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
46. Tsai, C.; Hsu, Y.; Chen, W.; Chang, W.; Yen, C.; Ho, Y.; Lu, F. Hepatoprotective effect of electrolyzed reduced water against carbon tetrachloride-induced liver damage in mice. *Food Chem. Toxicol.* **2009**, *47*, 2031–2036. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
47. Tsai, C.; Hsu, Y.; Chen, W.; Ho, Y.-C.; Ho, Y.-C. Induction of mitochondrial damage and apoptosis in human leukemia HL-60 cells due to electrolyzed-reduced water and glutathione. *Biosci. Biotech. Biochem.* **2009**, *73*, 280–287. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
48. Ye, J.; Li, Y.; Hamasaki, T.; Nakamichi, N.; Komatsu, T.; Kashiwagi, T.; Teruya, K.; Nishikawa, R.; Kawahara, T.; Osada, K.; et al. Inhibitory effect of electrolyzed reduced water on tumor angiogenesis. *Biol. Pharm. Bull.* **2008**, *31*, 19–26. [[PubMed](#)]
49. Zeng, R.; Liu, Y.; Zhao, W.; Yang, Y.; Wu, Q.; Li, M.; Lin, T. A split-face comparison of a fractional microneedle radiofrequency device and fractional radiofrequency therapy for moderate-to-severe acne vulgaris. *J. Cosmet. Dermatol.* **2020**, *19*, 2566–2571. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
50. Chilicka, K.; Rogowska, A.M.; Szygula, R.; Dzieńdziora-Urbińska, I.; Taradaj, J. A comparison of the effectiveness of azelaic and pyruvic acid peels in the treatment of female adult acne: A randomized controlled trial. *Sci. Rep.* **2020**, *10*, 12612. [[CrossRef](#)]
51. Youn, S.W. Cosmetic facial skin type. In *Agache's Measuring the Skin*; Humbert, P., Fanian, F., Maibach, H., Agache, P., Eds.; Springer: Cham, Germany, 2017; pp. 1379–1383, ISBN 978-3-319-32383-1. [[CrossRef](#)]
52. Akhavan, A.; Bershada, S. Topical acne drugs: Review of clinical properties, systemic exposure, and safety. *Am. J. Clin. Dermatol.* **2003**, *4*, 473–492. [[CrossRef](#)]
53. Tan, A.U.; Schlosser, B.J.; Paller, A.S. A review of diagnosis and treatment of acne in adult female patients. *Int. J. Womens Dermatol.* **2017**, *4*, 56–71. [[CrossRef](#)]
54. Greydanus, D.E.; Azmeh, R.; Cabral, M.D.; Dickson, C.A.; Patel, D.R. Acne in the first three decades of life: An update of a disorder with profound implications for all decades of life. *Dis. Mon.* **2020**, *8*, 101103. [[CrossRef](#)]
55. Xu, H.; Li, H. Acne, the Skin Microbiome, and Antibiotic Treatment. *Am. J. Clin. Dermatol.* **2019**, *20*, 335–344. [[CrossRef](#)]
56. Adler, B.L.; Kornmehl, H.; Armstrong, A.W. Antibiotic Resistance in Acne Treatment. *JAMA Dermatol.* **2017**, *153*, 810–811. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
57. Oon, H.H.; Wong, A.N.; Aw, C.W.; Cheong, W.K.; Cheong, W.K.; Tan, H.H. Acne management guidelines by the Dermatological Society of Singapore. *J. Clin. Aesthet. Dermatol.* **2019**, *12*, 34–50. [[PubMed](#)]