

BADANIA

Otwarty



# Terapia mikrofalowa w leczeniu brodawek podszwowych

Wendy Hagon<sup>1</sup>, Jonathan Hagon<sup>1</sup>, Greer Noble<sup>1</sup>, Angela Brenton-Rule<sup>2</sup>, Sarah Stewart<sup>2\*</sup>  i Ivan Bristow<sup>3</sup>

## Abstrakt

**Kontekst** Brodawki podszwowe, czyli verrucae plantaris, to częste zmiany powodujące znaczny ból podczas aktywności fizycznej. Chociaż obecne metody leczenia mają niski wskaźnik skuteczności, terapia mikrofalowa została wprowadzona jako obiecująca metoda. Celem tego badania było określenie skuteczności terapii mikrofalowej w leczeniu brodawek podszwowych oraz określenie czynników klinicznych związanych z ustępowaniem brodawek podszwowych.

**Metody** Dokonano retrospektywnej analizy 150 brodawek podszwowych u 45 pacjentów leczonych terapią mikrofalową. Przeprowadzono regresję dwumianową w celu zbadania cech klinicznych (wiek, płeć, immunosupresja, zaburzenia gojenia, brodawki mnogie lub pojedyncze, lokalizacja zmiany, średnica zmiany) związanych z ustąpieniem zmiany chorobowej.

**Wyniki** Z łącznej liczby 150 brodawek podszwowych leczonych terapią mikrofalową 125 (83,3%) brodawek wygoiło się, a 25 (17%) brodawek nie ustąpiło. Średnia (SD) całkowita liczba sesji terapeutycznych w przypadku ustąpienia zmian wyniosła 2,8 (1,0). Obniżający się wiek ( $P=0,046$ ) był jedyną cechą kliniczną związaną z ustąpieniem choroby.

**Wnioski** To retrospektywne badanie wykazało, że brodawki podszwowe można wyleczyć po dwóch do trzech sesjach terapii mikrofalowej, która może być skuteczniejsza w młodszych populacjach.

**Słowa kluczowe** Brodawki, wirusy brodawczaka ludzkiego, stopy, terapie elektromagnetyczne

## Kontekst

Brodawki podszwowe, czyli verrucae plantaris, powstają w wyniku zakażenia keratynocytów nabłonka wirusem brodawczaka ludzkiego (HPV). Około 40% populacji jest zakażone wirusem HPV, a zapadalność na brodawki podszwowe wynosi 14% rocznie[1]. Najwięcej przypadków obserwuje się u dzieci i młodzieży[2]. Chociaż samoistne ustępowanie jest częste u większości pacjentów z nienaruszoną odpornością komórkową [3], brodawki podszwowe mogą być powiązane ze znacznym

bólem podczas dźwigania ciężarów oraz stresem i zakłopotaniem związanym z kwestiami kosmetycznymi.

W niektórych przypadkach brodawki podszwowe utrzymują się pomimo wielokrotnych zabiegów[4, 5], a w rzadkich przypadkach oporne brodawki mogą być związane z rozwojem raka płaskonabłonkowego[6]. Niewiele kontrolowanych badań dotyczyło opcji leczenia nawracających brodawek podszwowych, a wiele z nich wiązało się z działaniami niepożądanymi[7–10]. W ciągu ostatnich dziesięcioleci leczenie brodawek podszwowych w dużej mierze nie uległo zmianie, a lekarze stosowali głównie kwas salicylowy, ciekły azot (krioterapia) i terapię laserem wysokoenergetycznym[3]. Ostatnio,

## technologia mikrofalowa

\*Korespondencja:

Sarah Stewart  
sarah.stewart@aut.ac.nz

<sup>1</sup> Shore Footed Podiatry, Milford, Auckland, Nowa Zelandia

<sup>2</sup> School of Clinical Sciences, Faculty of Health and Environmental Sciences, Auckland University of Technology, 90 Akoranga Drive, Northcote, Auckland 0627, Nowa Zelandia

<sup>3</sup> Private Practice, Lynton, Hampshire, Wielka Brytania

została wprowadzona jako obiecujące rozwiązanie[11]. Mikrofały są formą elektromagnetycznego promieniowania niejonizującego w zakresie od 300 MHz do 300 GHz. Zastosowanie mikrofał na skórę zwiększa temperaturę tkanki do zakresu hipertermicznego (41°–44°), co powoduje, że tkanka ma mniejszą zdolność do rozpraszania ciepła i prowadzi do uszkodzenia i apoptozy keratynocytów[12]. W przeciwieństwie do leczenia zimnem,



© Autor(zy) 2023. **Otwarty dostęp** Ten artykuł jest objęty licencją na podstawie Międzynarodowej licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowa licencja publiczna, która pozwala na używanie, udostępnianie, adaptację, dystrybucję i reprodukcję na dowolnym nośniku lub w dowolnym formacie, pod warunkiem odpowiedniego wskazania oryginalnego autora(ów) i źródła, podania odnośnika do licencji Creative Commons i wskazania, czy wprowadzono zmiany. Obrazy lub inne materiały stron trzecich zawarte w tym artykule są objęte licencją Creative Commons artykułu, chyba że w części informacyjnej dotyczącej materiału wskazano inaczej. Jeżeli materiał nie jest objęty licencją Creative Commons artykułu, a zamierzone użycie jest niezgodne z przepisami ustawowymi lub przekracza dozwolone użycie, konieczne będzie uzyskanie zgody bezpośrednio od właściciela praw autorskich. Aby wyświetlić kopię tej licencji, odwiedź stronę <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. Zrzeczenie Creative Commons Public Domain Dedication (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) dotyczy danych udostępnionych w tym artykule, chyba że w części informacyjnej dotyczącej danych wskazano inaczej.

takiego jak ciekły azot, wykazano również, że ogrzewanie tkanki zakażonej HPV sprzyja indukcji odporności nabytej[13–17]

Donoszono o kilku zaletach klinicznych terapii mikrofalowej. Mikrofałe przemieszczają się po liniach prostych, co umożliwia ukierunkowane leczenie tkanki zakażonej HPV[18]. Terapia wywołuje minimalny, krótkotrwały ból bez pozostawiania blizn. Ponieważ nie powoduje uszkodzeń skóry w miejscu zastosowania, pacjenci nie wymagają opatrunków i po zabiegu mogą powrócić do normalnej aktywności[18]. Wreszcie, w przeciwieństwie do ablacyjnych terapii laserowych, nie wytwarza się żadna para ani dym, co eliminuje ryzyko rozprzestrzeniania się cząstek wirusowych unoszących się w powietrzu[19].

Pilotażowe badanie kohortowe przeprowadzone w Wielkiej Brytanii z udziałem 32 osób dorosłych z 54 opornymi na leczenie brodawkami podeszwowymi wykazało wysoki współczynnik wyleczenia (75,9%) po zastosowaniu terapii mikrofalowej[18]. Jednakże czynniki wpływające na sukces leczenia nie są znane. Celem tego badania było określenie skuteczności terapii mikrofalowej w leczeniu brodawek podeszgowych oraz określenie czynników klinicznych związanych z pomyślnym leczeniem brodawek podeszgowych.

## Metody

### Projekt

Jednoośrodkowe, nierandomizowane, eksperymentalne badanie retrospektywne.

### Uczestnicy

Retrospektywne badanie kohortowe przeprowadzono na podstawie dokumentacji medycznej pacjentów, którzy otrzymali terapię mikrofalową w okresie od lipca 2018 r. do marca 2022 r. w jednej klinice podologicznej w Milford w Auckland (Nowa Zelandia). Obecnie w całej Nowej Zelandii używa się zaledwie kilku urządzeń do terapii mikrofalowej, a klinika w Milford jako pierwsza zaoferowała je pacjentom w lipcu 2018 r. Wszyscy pacjenci, którzy od tego dnia otrzymali terapię mikrofalową, zostali poproszeni o udostępnienie dokumentacji leczenia klinicznego na potrzeby tego badania. Nie przeprowadzono obliczeń wielkości próby a priori, a wielkość próby została określona na podstawie liczby pacjentów, którym zaoferowano terapię mikrofalową w tym okresie i którzy wyrazili zgodę na udział w badaniu. Do badania włączano pacjentów, którzy mieli jedną lub więcej brodawek podeszgowych zdiagnozowanych przez doświadczonego podiatrę i zostali poddani terapii mikrofalowej. Zgodę etyczną uzyskano od Komisji Etyki Uniwersytetu Technologicznego w Auckland w dniu 27 lipca 2021 r. w dniu 27 lipca 2021 roku (AUTEC 21-250). Do badania włączono wyłącznie dane od pacjentów, którzy wyrazili pisemną świadomą zgodę/zgodę na wykorzystanie dokumentacji leczenia klinicznego w tym badaniu.

### Terapia mikrofalowa

Pacjenci zostali wykluczeni z terapii mikrofalowej w klinice podiatrycznej, jeśli byli w ciąży

lub karmili piersią, mieli metalowe implanty w stopach lub kostkach lub byli w wieku < 5 lat. Podczas pierwszej wizyty podolog zapisał informacje na temat lokalizacji i okresu obecności brodawek podeszgowych oraz szczegóły dotyczące poprzedniego leczenia.

Terapię mikrofalową przeprowadzono przy użyciu wyrobu Swift® (Emblation Ltd., UK), który jest ręcznym urządzeniem wytwarzającym mikrofalową energię cieplną w zakresie 8 GHz. Podiatrzy kliniki przeszli standardowe szkolenie producenta w zakresie stosowania terapii mikrofalowej. Energię mikrofalową dostarczano bezpośrednio do zakażonej tkanki za pomocą jednorazowej końcówki aplikatora, aby zmniejszyć ryzyko zakażenia krzyżowego (rys. 1). U wszystkich pacjentów stosowano standaryzowaną procedurę leczenia. Pierwsza aplikacja terapii mikrofalowej podczas pierwszej sesji zabiegowej dostarczyła 10 J przy jednej aplikacji o mocy 5 W przez 2 sekundy. Moc, częstotliwość i liczba kolejnych zastosowań zależy od poziomu bólu tolerowanego przez każdego pacjenta. Podczas każdej wizyty stosowano 10-punktową skalę, aby zebrać informacje o bólu zgłaszanym przez pacjenta w dniu wizyty, podczas leczenia i po zakończeniu. Pacjenci otrzymywali standardowo trzy sesje terapeutyczne w odstępie czterech tygodni, chyba że zmiany chorobowe ustąpiły wcześniej. Ostateczną ocenę przeprowadzono 12 tygodni po ostatniej sesji terapeutycznej, podczas której podiatra ocenił reakcję na leczenie jako „wyleczenie” lub „brak wyleczenia”. Jako usunięte zmiany definiowano te, które nie były już widoczne i które odzyskały naturalne dermatoglify. Do oceny wykorzystano dowody fotograficzne przed i po. Jeżeli w trakcie 12-tygodniowej oceny objawy nie ustąpiły, pacjentom dano możliwość kontynuowania kolejnych sesji terapeutycznych w odstępie 4 tygodni do czasu ustąpienia problemu lub przerwania leczenia.



**Rys. 1** Zastosowanie aplikatora do terapii mikrofalowej podczas sesji zabiegowej

## Zbieranie danych

Dane z dokumentacji leczenia klinicznego wszystkich włączonych pacjentów zostały wyodrębnione do standardowego formularza ekstrakcji, w tym dane demograficzne pacjenta, istotny wywiad medyczny oraz parametry terapii mikrofalowej i leczenia.

## Analiza danych

Rozkład wszystkich wyników ciągłych (czas trwania zmiany, całkowita liczba sesji leczenia, średnia liczba aplikacji na sesję, średnia liczba watów na aplikację, średnie ustawienie częstotliwości na aplikację, średni ból i średnia liczba dżuli na sesję leczenia) zarówno dla zmian wyleczonych, jak i niewyleczonych, został sprawdzony pod kątem normalności przy użyciu zarówno wizualnej kontroli histogramów, jak i formalnych

testów normalności dla skośności i kurtozy. Po potwierdzeniu przybliżonych rozkładów normalnych, charakterystykę kliniczną i terapeutyczną uczestników opisano jako średnią (SD) dla danych ciągłych i n (%) dla danych kategorycznych. Aby określić cechy kliniczne (wiek, płeć, immunosupresja, zaburzenia gojenia, brodawki mnogie lub pojedyncze, lokalizacja zmiany, średnica zmiany), które były związane z ustąpieniem brodawek podeszwowych, zastosowano uogólniony model liniowy z rozkładem dwumianowym i funkcją powiązania logitowego. Wybrano to podejście, ponieważ pozwalało również na uwzględnienie specyficznego dla uczestnika efektu losowego, który uwzględnia powtarzane pomiary przeprowadzane u uczestników, którzy mieli wiele zmian[20] Czynniki specyficzne dla danej osoby (w tym wiek, płeć, status immunologiczny itp.) powodują wysoki poziom zależności między zmianami w obrębie osoby, co oznacza,

że dane z różnych zmian u tej samej osoby będą wysoce skorelowane. Obliczono warunkowy współczynnik  $R_2$  Nakagawy, który uwzględnia zarówno efekty stałe, jak i losowe[21] Podano skorygowane szacunki i wartości  $p$ . Pomiedzy cechami klinicznymi nie występowała wieloliniowość. Wszystkie analizy statystyczne wykonano w wersji R (v4.1) przy użyciu pakietu lme4.

## Wyniki

### Uczestnicy

Łącznie 135 kwalifikujących się pacjentów, którzy otrzymali terapię mikrofalową w okresie od lipca 2018 roku do marca 2022 roku, zaproszono do podzielenia się swoją historią leczenia klinicznego na potrzeby tego badania. Na zaproszenie odpowiedziało 47 (35%) pacjentów, w tym 2 odmówiło udziału, a 45 wyraziło zgodę na udział. Charakterystykę 45 włączonych pacjentów przedstawiono w tabeli 1. Większość uczestników była kobietami ( $n=25,56\%$ ) w średnim wieku wynoszącym 46,6 lat (zakres od 6 do 74 lat). Większość uczestników miała wiele brodawek podeszwowych i próbowała wcześniej

**Tabela 1** Charakterystyka uczestnika

N		45
Płeć, n (%)	Kobieta	25 (56%)
	Mężczyzna	20 (44%)
Wiek, średnia (SD), lata		46,6 (19,2)
Wywiad	Dyslipidemia	2 (4%)
	Cukrzyca	1 (2%)
	Sarkoidoza	1 (2%)
	Otyłość	1 (2%)
	Choroba Leśniowskiego-Crohna	1 (2%)
	Leki na astmę (steroidy)	3 (7%)
Liczba brodawek podeszwowych na uczestnika	Pojedyncza	12 (27%)
	Mnogie	33 (73%)
	Średnia (SD)	3,3 (2,6)
	Mediana (zakres)	3,0 (1-10)
Poprzednie leczenie, n (%) Tak	Poprzednie leczenie, n (%) Tak	33 (73%)
	Nie	12 (27%)
Poprzednie leczenie <sup>a</sup> , n (%)	Krioterapia	14 (31%)
	Kwas salicylowy	19 (42%)
	AgNO <sub>3</sub>	10 (22%)
	Igłowanie	5 (11%)
	Zabieg chirurgiczny	2 (4%)
	Naturalne środki	3 (6%)
	Leki	16 (36%)
	Lekarz pierwszego kontaktu	8 (18%)
	Podiatra	11 (24%)

<sup>a</sup> Niektórzy uczestnicy próbowali wcześniej więcej niż jednej metody leczenia

leczyć je bez powodzenia z zastosowaniem kwasu salicylowego i krioterapii.

### Brodawki podeszwowe

Łącznie 150 brodawek podeszwowych leczono terapią mikrofalową u 45 pacjentów objętych badaniem (średnia (SD) 3,3 (2,6) brodawek podeszwowych na pacjenta). Charakterystykę zmian i szczegóły leczenia mikrofalami podsumowano

w tabeli 2. Większość zmian zlokalizowana była na podeszwowej części pięty ( $n=38, 25\%$ ), a następnie na pierwszej głowie śródstopia, piątej głowie śródstopia i paluchu. Średni czas trwania zmiany chorobowej przed leczeniem terapią mikrofalową wynosił

35,2 miesiąca. W przypadku niewyleczonych zmian chorobowych pacjentów poddano większej liczbie sesji terapeutycznych ( $P=0,043$ ), zastosowano większą średnią liczbę zastosowań terapii mikrofalowej na sesję zabiegową ( $P=0,023$ ) i wyższą średnią liczbę dżuli na sesję zabiegową ( $P=0,034$ ) w porównaniu z pacjentami, u których zmiany chorobowe ustąpiły. Jednakże średni ból podczas leczenia był istotnie większy ( $P=0,009$ ).

### Skuteczność terapii mikrofalowej

U 32 pacjentów osiągnięto pełne ustąpienie zmian chorobowych, a u 10 pacjentów nie uzyskano ustąpienia zmian chorobowych. U trzech

**Tabela 2** Charakterystyka zmiany chorobowej i terapii mikrofalowej. Dane przedstawiono jako n (%) dla danych kategoriowych i średnią (SD) dla danych ciągłych

			Wszystko (n =150)	Wyleczenie (n =125)	Brak wyleczenia (n =25)	Wartość p <sup>d</sup>
Lokalizacja, n (%)	Tylna część stopy (n=38)	Pięta	38 (25%)	32 (26%)	6 (24%)	0,587
		Przednia część stopy (n=103)	Pierwsza głowa kości śródstopia	17 (11%)	14 (11%)	
		Pięta głowa kości śródstopia	17 (11%)	14 (11%)	3 (12%)	
		Paluch	16 (11%)	14 (11%)	2 (8%)	
		Druga głowa kości śródstopia	15 (10%)	12 (10%)	3 (12%)	
		Czwarta głowa kości śródstopia	14 (9%)	10 (10%)	4 (4%)	
		Trzecia głowa kości śródstopia	10 (7%)	7 (7%)	3 (12%)	
		Drugi palec	9 (6%)	9 (7%)	0 (0%)	
		Piąty palec	3 (2%)	3 (2%)	0 (0%)	
		Trzeci palec	2 (1%)	1 (1%)	1 (4%)	
Środkowa część stopy (n=9)	Łuk boczny	5 (3%)	5 (4%)	0 (0%)	0,857	
	Łuk środkowy	4 (3%)	4 (3%)	0 (0%)		
Strona stopy, n (%)	Lewa	68 (45%)	57 (46%)	11 (44%)	0,857	
	Prawa	82 (55%)	67 (54%)	14 (56%)		
Czas trwania, miesiące, średnia (SD) <sup>a</sup>			35,2 (41,0)	33,8 (42,2)	42,3 (35,8)	0,413
Średnica zmiany, mm, średnia (SD)			6,3 (7,9)	6,67 (8,6)	4,32 (1,9)	0,205
Całkowita liczba sesji terapeutycznych, średnia (SD), zakres			2,8 (1,0), 1-6	2,8 (1,0), 1-6	3,2 (1,0), 1-5	<b>0,043</b>
Średnia liczba aplikacji na sesję zabiegową, średnia (SD)			2,0 (0,8)	1,9 (0,8)	2,3 (0,7)	<b>0,023</b>
Średnie ustawienie watów na aplikację, średnia (SD)			7,5 (2,2)	7,4 (2,1)	7,9 (2,3)	0,335
Średnie ustawienie częstotliwości na aplikację, średnia (SD)			6,2 (2,8)	6,4 (3,0)	5,6 (1,7)	0,213
Średni ból <sup>b,c</sup> w momencie przybycia na sesję, średnia (SD)			0,71 (1,2)	0,8 (1,2)	0,0 (0,0)	<b>&lt; 0,001</b>
Średni ból <sup>b,c</sup> w trakcie sesji, średnia (SD)			7,8 (1,1)	7,7 (1,1)	8,4 (0,9)	<b>0,009</b>
Średni ból <sup>b,c</sup> po sesji, średnia (SD)			1,1 (1,5)	1,2 (1,5)	0,7 (1,3)	0,288
Średnia wartość dżuli na sesję zabiegową, średnia (SD)			155,9 (68,3)	150,6 (54,3)	182,3 (82,4)	<b>0,034</b>

<sup>a</sup> Dane dostępne tylko od 13 (29%) uczestników

<sup>b</sup> Dane były dostępne od 35 (78%) uczestników

<sup>c</sup> Jak określono w skali Likerta od 0 do 10, od 0 (brak bólu) do 10 (ekstremalny ból); <sup>d</sup>Różnica między zmianami wyleczonymi i niewyleczonymi. Testy chi-kwadrat zastosowano dla danych kategoriowych, a niezależne testy t dla danych ciągłych

pacjentów z mnogimi brodawkami podszwowymi wystąpiły zarówno wyleczone, jak i niewyleczone zmiany chorobowe. Z całkowitej liczby 150 brodawek podszwowych leczonych terapią mikrofalową, 125 (83,3%) brodawek ustąpiło, a 25 (17%) brodawek nie ustąpiło. Rysunek 2 przedstawia przykłady zmian podszwowych przed i po leczeniu. W uogólnionym modelu liniowym tylko malejący wiek był istotnym czynnikiem predykcynym ustępowania brodawek podszwowych (iloraz szans (przedział ufności 95%), 0,84 (0,71, 1,00),  $P = 0,046$ ). Model wyjaśniał 99,7% wariancji ustępowania brodawek podszwowych (warunkowe  $R^2$ ).

## Dyskusja

To retrospektywne badanie wykazało, że trzy do czterech sesji kontrolowanego ogrzewania zrogowaciałej skóry za pomocą terapii mikrofalowej eliminuje większość długotrwałych brodawek podszwowych. Całkowity współczynnik ustępowania wynoszący 83,3% jest zgodny ze współczynnikiem ustępowania wynoszącym 75,9% odnotowanym w poprzednim badaniu pilotażowym z udziałem 32 pacjentów z 54 opornymi brodawkami podszwowymi, leczonych terapią mikrofalową[18].

Odsetki te są znacznie wyższe niż współczynniki ustępowania w przypadku powszechnie stosowanej krioterapii (45,6%) i kwasu salicylowego (13,6%) oraz immunoterapii śródskórnej (68,1%)[22]. Analiza wykazała również, że ustąpienie zmian chorobowych jest powiązane z młodszym wiekiem, co jest zgodne z istniejącymi badaniami, w których zarówno naturalne ustępowanie, jak i odsetek wyleczeń brodawek podszwowych w przypadku szeregu różnych terapii są wyższe w młodszych populacjach[23, 24]. W porównaniu z innymi powszechnie stosowanymi terapiami, które mogą powodować ból, krwawienie, wtórne zakażenie i owrzodzenie[25], uczestnicy otrzymujący terapię mikrofalową w tym badaniu nie wymagali okresu rekonwalescencji po leczeniu. Chociaż uczestnicy zgłaszali znaczny ból podczas stosowania terapii mikrofalowej, w chwili kończenia wizyty poziom bólu obniżał się do wartości wyjściowych, co podkreśla krótkotrwały charakter bólu związanego z tym leczeniem. Zgłaszany przez uczestnika ból podczas leczenia był znacząco większy w przypadku niewyleczonych zmian w porównaniu z tymi, które zostały wyleczone, co było prawdopodobnie



**Rys. 2** Przed i po terapii mikrofalowej. **A** podszwa prawej pięty; **(B)** podszwa lewej pięty; **(C)** podszwa lewego palucha

spowodowane większą średnią liczbą dżuli stosowaną w trakcie leczenia bardziej opornych zmian.

Wyniki tego badania należy rozpatrywać w świetle pewnych ograniczeń. Po pierwsze, retrospektywny charakter projektu badania i wykluczenie danych pacjentów,

którzy nie odpowiedzieli na zaproszenie, mogło wprowadzić błąd selekcji (pacjenci, którzy mieli silniejsze poczucie sukcesu leczenia, mogli być bardziej skłonni do udziału)[26]. Brakowało również danych dotyczących czasu trwania zmiany i skali bólu

u niektórych uczestników, a także nie udokumentowano innych czynników, które mogły mieć wpływ na wynik zmiany, w tym rodzaju brodawki i genotypu HPV. Wielkość próby pacjentów była również niewielka, jednak u większości pacjentów występowały liczne zmiany, co przyczyniło się do zmniejszenia błędów typu II i zwiększenia jakości analizy. Aby potwierdzić skuteczność terapii mikrofalowej w leczeniu brodawek podszwowych, uzasadnione jest przeprowadzenie większego, randomizowanego badania.

W podsumowaniu, to retrospektywne badanie wykazało, że brodawki podszwowe można wyleczyć po dwóch do trzech sesjach terapii mikrofalowej, która może być skuteczniejsza w młodszych populacjach.

#### Podziękowanie

Chcielibyśmy podziękować uczestnikom, którzy wyrazili zgodę na wykorzystanie dokumentacji ich leczenia w tym badaniu. Badanie to nie było wspierane żadnymi środkami finansowymi.

#### Wkład autorów

WH, JH i GN wnieśli swój wkład w zaprojektowanie pracy, zebranie danych i interpretację wyników. ABR i SS wnieśli swój wkład w zaprojektowanie pracy, analizę danych i interpretację wyników. IB wniósł swój wkład w zaprojektowanie pracy i interpretację wyników. Wszyscy autorzy przyczynili się do napisania i sprawdzenia manuskryptu oraz zatwierdzili ostateczną wersję do publikacji. Wszyscy autorzy zgadzają się ponieść odpowiedzialność za wszystkie aspekty pracy, zapewniając, że kwestie związane z dokładnością lub integralnością jakiegokolwiek części pracy zostaną odpowiednio zbadane i rozwiązane.

#### Finansowanie

Brak.

#### Dostępność danych i materiałów

Zbiory danych wykorzystane i/lub przeanalizowane podczas bieżącego badania są dostępne u odpowiedniego autora na uzasadnioną prośbę.

#### Deklaracje

##### Zatwierdzenie zasad etycznych i zgoda na udział

Zgodę etyczną uzyskano od Komisji ds. Etyki Uniwersytetu Technologicznego w Auckland (AUTEK 22/91). Wszyscy uczestnicy wyrazili pisemną świadomą zgodę na włączenie ich danych do tej analizy.

##### Zgoda na publikację

Nie dotyczy.

##### Konflikt interesów

IB jest konsultantem Emblation Limited. Pozostali autorzy deklarują, że nie mają konfliktu interesów.

Data otrzymania: 30 stycznia 2023 roku Akceptacja: 28 maja 2023 roku  
Published online: 15 June 2023

#### Referencje

- Witchey DJ, Witchey NB, Roth-Kauffman MM, Kauffman MK. Plantar Warts: Epidemiology, pathophysiology, and clinical management. *J Am Osteopath Assoc*. 2018;118(2):92–105.
- Kilkenny M, Marks R. The descriptive epidemiology of warts in the community. *Australas J Dermatol*. 1996;37(2):80–6.
- Sterling JC, Gibbs S, Haque Hussain SS, Mohd Mustapa MF, Handfield-Jones SE. British Association of Dermatologists' guidelines for the management of cutaneous warts 2014. *Br J Dermatol*. 2014;171:696–712.
- Bzhalava D, Eklund C, Dillner J. International standardization and classification of human papillomavirus types. *Virology*. 2015;476:341–4.
- Rivera A, Tyring SK. Therapy of cutaneous human Papillomavirus infections. *Dermatol Ther*. 2004;17(6):441–8.
- Riddel C, Rashid R, Thomas V. Ungual and periungual human papillomavirus-associated squamous cell carcinoma. A review. *J Am Acad Dermatol*. 2011;64:1147–53.
- Albalat W, Attwa E, Ebrahim HM. Intralesional cryotherapy versus cryotherapy spray for the treatment of recalcitrant plantar warts: a prospective, randomized study. *J Dermatol Treatment*. 2022;33(2):857–63.
- Fathy G, Sharara MA, Khafagy AH. Intralesional vitamin D3 versus Candida antigen immunotherapy in the treatment of multiple recalcitrant plantar warts: a comparative case-control study. *Dermatol Therap*. 2019;32(5): e12997.
- Nofal A, Adel L, Fawzy M, Elkholy BM. Intralesional immunotherapy for multiple recalcitrant plantar warts: Candida antigen is superior to intralesional purified protein derivative. *Dermatol Therap*. 2022;35(6): e15440.
- Gamil HD, Nasr MM, Khattab FM, Ibrahim AM. Combined therapy of plantar warts with topical bleomycin and microneedling: a comparative controlled study. *J Dermatol Treatment*. 2020;31(3):235–40.
- Bristow IR, Webb C, Ardern-Jones MR. The successful use of a novel microwave device in the treatment of a plantar wart. *Case Reports Dermatol*. 2017;9:102–7.
- Hegy G, Sziget GP, Szász A. Hyperthermia versus Oncothermia. Cellular Effects in Complementary Cancer Therapy. *Evid Based Complement Alternat Med* 2013;2013:672873. <https://doi.org/10.1155/2013/672873>.
- Wang X, Gao XH, Li X, Hong Y, Qi R, Chen HD, Zhang L, Wei H. Local hyperthermia induces apoptosis of keratinocytes in both normal skin and condyloma acuminata via different pathways. *Apoptosis*. 2009;14:721–8.
- Zhu LL, Gao XH, Qi R, Hong Y, Li X, Wang X, McHepange UO, Zhang L, Wei H, Chen HD. Local hyperthermia could induce antiviral activity by endogenous interferon-dependent pathway in condyloma acuminata. *Antiviral Res*. 2010;88:187–92.
- Ma Y, Huo W, Hong YX, Chen HD, Gao XH. Successful clearance of facial common warts by local hyperthermia. Report of two cases. *Dermatol Ther*. 2012;25:386–8.
- Huo W, Di ZH, Xiao BH, Qi RQ, Weiland M, Gao XH. Clearance of genital warts in pregnant women by mild local hyperthermia. A pilot report. *Dermatol Ther*. 2014;27(2):109–12.
- Gao X, Chen H. Hyperthermia on skin immune system and its application in the treatment of human papillomavirus-infected skin diseases. *Front Med*. 2014;8:1–5.
- Bristow I, Lim WC, Lee A, Holbrook D, Savelyeva N, Thomson P, Webb C, Polak M, Ardern-Jones MR. Microwave therapy for cutaneous human papilloma virus infection. *Eur J Dermatol*. 2017;27:511–8.
- Karsai S, Däschlein G. „Smoking guns”. Hazards generated by laser and electrocautery smoke. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2012;10:633–6.
- Stewart S, Pearson J, Rome K, Dalbeth N, Vandal AC. Analysis of data collected from right and left limbs: accounting for dependence and improving statistical efficiency in musculoskeletal research. *Gait Posture*. 2018;59:182–7.
- Nakagawa S, Johnson P, Schielzeth H. The coefficient of determination R2 and intra-class correlation coefficient from generalized linear mixed-effects models revisited and expanded. *J Royal Society Interface*. 2017;14:20170213.
- García-Oreja S, Álvaro-Afonso FJ, García-Álvarez Y, García-Morales E, Sanz-Corbalán I, Lázaro Martínez JL. Topical treatment for plantar warts. A systematic review. *Dermatol Ther*. 2021;34: e14621.
- Bruggink SC, Eekhof JAH, Egberts PF, van Blijswijk SCE, Assendelft WJJ, Gussekloo J. Natural course of cutaneous warts among primary schoolchildren. A prospective cohort study. *Ann Fam Med*. 2013;11:437–41.
- Khozeimeh F, Jabbari Azad F, Mahboubi Oskouei Y, Jafari M, Tehrani S, Alizadehsani R, Layegh P. Intralesional immunotherapy compared to cryotherapy in the treatment of warts. *Int J Dermatol*. 2017;56:474–8.
- Baceliari R, Johnson SM. Cutaneous warts: an evidence-based approach to therapy. *Am Fam Phys*. 2005;72(4):647–52.
- Tripepi G, Jager KJ, Dekker FW, Zoccali C. Selection bias and information bias in clinical research. *Nephron Clin Pract*. 2010;115(2):c94–9.

#### Uwaga wydawcy

Springer Nature zachowuje neutralność w odniesieniu do roszczeń jurysdykcyjnych w publikowanych mapach i powiązaniach instytucjonalnych.