



## WPŁYW WITAMINY C NA GOJENIE ZĘBODOŁU PO EKSTRAKCYJ ZĘBA

The effect of vitamin C on alveolar healing  
following tooth extraction



Patrycja Różak, Konstancja Nosowicz, Adrianna Gliszczyńska, Nina Szczepańska, Adam Łuczak, Agata Tuczyńska

Wojskowa Specjalistyczna Przychodnia Lekarska w Poznaniu, Filia Szylinga, Polska

Patrycja Różak -  0009-0004-2643-8817

Konstancja Nosowicz -  0009-0000-5080-1509

Adrianna Gliszczyńska -  0009-0009-1721-5327

Nina Szczepańska -  0009-0003-7448-4466

Adam Łuczak -  0009-0004-1848-5437

Agata Tuczyńska -  0000-0003-1648-6765

### Streszczenie

**Wprowadzenie:** W ciągu ostatnich dziesięcioleci poczyniono znaczące postępy w zrozumieniu mechanizmów gojenia ran w jamie ustnej, które coraz częściej są wdrażane do praktyki klinicznej. Ekstrakcja zębów pozostaje jednym z najczęściej wykonywanych zabiegów w gabinetach dentystycznych, co podkreśla potrzebę dalszych badań nad strategiami wspomagającymi regenerację tkanek miękkich i twardych jamy ustnej. Kwas askorbinowy (witamina C) to rozpuszczalny w wodzie mikroskładnik odżywczy, niezbędny do wielu funkcji fizjologicznych, w tym syntezy kolagenu i modulacji układu odpornościowego, które są kluczowe dla efektywnego gojenia ran. W przeciwieństwie do większości zwierząt, ludzie nie mogą endogennie syntetyzować witaminy C z powodu braku enzymu oksydazy L-gulonolaktonowej, co wymaga jej dostarczania wraz z dietą. W opiece poekstrakcyjnej suplementacja witaminą C może stanowić cenny dodatek do tradycyjnego leczenia stomatologicznego, oferując łatwo dostępne narzędzie wspomagające naprawę tkanek i poprawiające wyniki kliniczne. **Cel pracy:** Celem niniejszego opracowania jest analiza roli witaminy C w procesach regeneracji tkanek, ze szczególnym uwzględnieniem gojenia zębodołu po ekstrakcji zęba. Badanie opiera się na przeglądzie literatury naukowej dotyczącej wpływu witaminy C na mechanizmy gojenia ran oraz procesy odbudowy kostnej i ma na celu opracowanie rekomendacji opartych na dowodach naukowych w zakresie jej zastosowania w praktyce stomatologicznej. **Materiały i metody:** Dane zaprezentowane w niniejszej pracy pochodzą z recenzowanych publikacji naukowych dostępnych w bazie PubMed. Analizowane badania zostały przeprowadzone w różnych krajach i obejmowały populacje różnicowane pod względem wieku, lokalizacji geograficznej oraz uwarunkowań społeczno-ekonomicznych. **Wnioski:** Witamina C wspomaga gojenie zębodołu po ekstrakcji, przyspieszając regenerację tkanek, redukując stan zapalny oraz łagodząc ból. Suplementacja w dawkach 600–2000 mg/dobę oraz miejscowa aplikacja (w tym z wykorzystaniem nanotechnologii i iniekcji) poprawiają gojenie i zmniejszają ryzyko zapalenia kości zębodołowej. Terapia witaminą C może stanowić uzupełnienie standardowego postępowania, zwłaszcza u pacjentów z trudnościami w gojeniu.

### Abstract

**Introduction:** Over the past decades, significant advancements have been made in understanding oral wound healing mechanisms, which are increasingly being integrated into clinical practice. Tooth extraction remains one of the most common procedures in dental practice, underscoring the need for continued investigation into strategies that promote optimal regeneration of both soft and hard oral tissues. Ascorbic acid (vitamin C) is a water-soluble micro-nutrient essential for physiological functions, including collagen synthesis and immune modulation, both critical for efficient wound healing. Unlike most animals, humans are unable to endogenously synthesize vitamin C due to the absence of the enzyme L-gulonolactone oxidase, and therefore require its dietary intake. In post-extraction care, vitamin C supplementation may serve as a valuable adjunct to conventional dental management, offering a readily accessible means of enhancing tissue repair and improving clinical outcomes. **Aim:** This study aimed to assess the role of vitamin C in tissue regeneration, focusing on alveolar socket healing following tooth extraction. We performed a review of scientific literature addressing the impact of vitamin C on wound healing and bone regeneration processes to provide evidence-based recommendations for its application in dental practice. **Materials and methods:** The data presented in this study were derived from peer-reviewed scientific publications available in the PubMed database. The analysed studies spanned various countries and included populations diverse in age, geography, and socioeconomic status. **Conclusions:** Vitamin C promotes alveolus healing post-tooth extraction by accelerating tissue regeneration, reducing inflammation, and alleviating pain. Supplementation with doses of 600–2000 mg/day, as well as local application (including nanotechnology and submucosal injections), enhances healing and reduces the risk of alveolar osteitis. Vitamin C therapy can complement standard post-extraction care, especially in patients with impaired healing.

**Słowa kluczowe:** ekstrakcja zęba; regeneracja kości; witamina C; zębodół

**Keywords:** tooth extraction; bone regeneration; vitamin C; alveolus

DOI 10.53301/lw/207962

Praca wpłynęła do Redakcji: 10.05.2025

Zaakceptowano do druku: 07.07.2025

Opublikowano: 30.06.2026

**Autor do korespondencji:**

Patrycja Różak

Wojskowa Specjalistyczna Przychodnia Lekarska  
w Poznaniu, Filia Szylinga, Poznań

e-mail: patrycjarożak@op.pl

## Wstęp

W ciągu ostatnich kilku dekad wiedza na temat mechanizmów gojenia ran jamy ustnej znacząco wzrosła, znajdując odzwierciedlenie we współczesnej praktyce klinicznej [1]. Ekstrakcja zęba jest jednym z najczęściej wykonywanych zabiegów w gabinetach dentystycznych, co zwiększa potrzebę ciągłego badania nowych możliwości regeneracyjnych tkanek twardych i miękkich w jamie ustnej [2, 3].

Kwas askorbinowy (witamina C) to substancja niezbędna do życia człowieka. Jest rozpuszczalny w wodzie i występuje w produktach spożywczych [4]. Może być syntezowany z D-glukozy przez większość zwierząt, ale nie przez ludzi, inne naczelnne ani niektóre gatunki zwierząt, takie jak świniki morskie, nietoperze owocowe, wybrane gatunki ryb, owadów i ptaków. Produkcja witaminy C zależy od enzymu oksydazy L-gulonolaktonowej, który nie występuje u tych zwierząt [5], dlatego konieczne jest jej egzogenne dostarczanie. Zalecane dzienne spożycie wynosi 75 mg dla kobiet oraz 90 mg dla mężczyzn. Stan niedoboru rozwija się zazwyczaj w przypadku długotrwałego (przez kilka tygodni) przyjmowania dawki poniżej 10 mg na dobę [6] (tab. 1). Niedobór witaminy C może prowadzić do rozwoju szkorbutu, którego objawy obejmują m.in. przerost i krwawienie dziąseł, upośledzone gojenie się ran, zmiany w strukturze zębiny, demineralizację kości, patologiczną ruchomość zębów oraz ich utratę [7].

W kontekście zabiegów ekstrakcyjnych suplementacja witaminą C w okresie pooperacyjnym może stanowić istotne uzupełnienie standardowej opieki stomatologicznej. Jest to łatwo dostępna i potencjalnie skuteczna metoda wspomagająca regenerację tkanek oraz poprawiająca przebieg gojenia, co może przekładać się na korzystniejsze wyniki kliniczne [8].

Celem niniejszej pracy jest analiza roli witaminy C w procesach regeneracji tkanek, w szczególności w naprawie

zębodołu po ekstrakcji zęba, a także przedstawienie rekomendacji opartych na dowodach naukowych dla jej zastosowania w praktyce stomatologicznej. Praca opiera się na przeglądzie danych naukowych dotyczących wpływu witaminy C na gojenie ran oraz procesy odbudowy kostnej. Istotnym elementem jest również ocena skuteczności suplementacji witaminą C w poprawie wyników leczenia po zabiegach ekstrakcyjnych, z uwzględnieniem jej potencjalnej roli w przyspieszeniu gojenia, redukcji stanu zapalnego oraz ograniczaniu ryzyka powikłań.

## Materiał i metody

Dane przedstawione w niniejszym opracowaniu pochodzą z publikacji naukowych wyszukanych w bazie PubMed. Analizowane badania przeprowadzono w różnych krajach i obejmowały one populacje zróżnicowane pod względem wieku, położenia geograficznego oraz uwarunkowań socjoekonomicznych. Przeszukiwanie literatury przeprowadzono w okresie od stycznia do maja 2025 roku. Uwzględniono wyłącznie artykuły opublikowane w języku angielskim lub polskim, dostępne w pełnym tekście online. Do wyszukiwania publikacji zastosowano następujące słowa kluczowe: witamina C, zębodół, kwas askorbinowy, ekstrakcja zęba oraz proces gojenia. Do analizy włączono prace opublikowane w recenzowanych czasopismach, bezpośrednio związane z tematyką pracy.

### Fizjologiczny proces gojenia się wyrostka zębodołowego

Proces odbudowy struktur kostnych wyrostka zębodołowego rozpoczyna się bezpośrednio po ekstrakcji zęba i może trwać do sześciu miesięcy [9]. Dane literaturowe wskazują jednak, że procesy modelowania i remodelowania kości zębodołowej są znacznie bardziej długotrwałe, często utrzymują się przez ponad rok po zabiegu [10, 11].

W odpowiedzi na ekstrakcję zębodół natychmiast wypełnia się skrzepem krwi, co zapoczątkowuje sponta-

**Tabela 1.** Dienne dawki witaminy C – RDA, niedobór i nadmiar (według płci)

Grupa	RDA (mg/dobę)	Niedobór (mg/dobę)	Objawy niedoboru	Nadmiar (mg/dobę)	Objawy nadmiaru
Kobiety dorosłe (≥18 lat)	75	<10	Szkorbut, krwawiące dziąsła, wolne gojenie ran, zmęczenie	>2000	Biegunka, nudności, bóle brzucha, ryzyko kamicy nerkowej
Mężczyźni dorośli (≥18 lat)	90	<10	Jak wyżej	>2000	Jak wyżej

RDA (ang. *recommended dietary allowance*) – zalecane dzienne spożycie

niczne gojenie. Dochodzi wówczas do progresywnej zamiany skrzepu w tkankę ziarninową, zwykle w ciągu 2–7 dni. Reepitelializacja rozpoczyna się już w pierwszej dobie po zabiegu i zazwyczaj kończy się w okresie 1–4 tygodni [12].

Gojenie zębodołu przebiega w kilku etapach. Wyróżnia się cztery odrębne fazy, które można rozróżnić, mimo pewnego nakładania się ich w czasie: hemostazę i koagulację, fazę zapalną, proliferacyjną oraz fazę remodelowania. Rozwój kości lamelarniej i szpiku powoduje, że wcześnie etapy gojenia przebiegają dość szybko u człowieka, jednak remodelowanie nowo wytworzonej kości postępuje wolniej i może trwać przez wiele lat po ekstrakcji zęba [11, 13].

### Hemostaza i koagulacja

Proces gojenia zębodołu rozpoczyna się natychmiast po ekstrakcji zęba, a jego pierwszym etapem jest hemostaza, która ma na celu zatrzymanie krwawienia i ustabilizowanie rany. Krwawienie inicjuje aktywację kaskady krzepnięcia, prowadząc do agregacji płytek krwi na odstoniętej powierzchni naczyń. Płytki krwi wchodzi w interakcję z macierzą pozakomórkową i komórkami śródbłonna, co skutkuje powstaniem skrzepu fibrynowego [14].

Oprócz roli w tamowaniu krwawienia, skrzep ten pełni funkcję biologicznego rusztowania, umożliwiając przyczepienie się oraz migrację komórek biorących udział w kolejnych fazach naprawy tkanek, takich jak fibroblasty, komórki mezenchymalne i leukocyty [15]. Płytki krwi agregują w miejscu urazu i uwalniają czynniki wzrostu, takie jak płytkopochodny czynnik wzrostu (ang. *platelet-derived growth factor*, PDGF), czynnik wzrostu śródbłonna naczyniowego (ang. *vascular endothelial growth factor*, VEGF), a także cytokiny prozapalne, które inicjują procesy zapalne i regeneracyjne [14, 15]. Tworzy się skrzep fibrynowy, który pełni funkcję tymczasowego rusztowania oraz bariery ochronnej, zapobiegając dalszemu krwawieniu i umożliwiając migrację komórek uczestniczących w gojeniu [16].

W ciągu pierwszych 7 dni od zabiegu skrzep ulega stopniowej degradacji i zostaje zastąpiony przez dobrze unaczynioną tkankę ziarninową, składającą głównie z młodej tkanki łącznej, zawierającej liczne naczynia krwionośne, komórki mezenchymalne oraz leukocyty [11, 13].

W badaniach histologicznych przeprowadzonych przez Trombelliego i wsp. (2008) [11] biopsje pobrane z zębodołów w okresie 2–4 tygodni po ekstrakcji zawierały głównie komórki mezenchymalne oraz niewielką liczbę erytrocytów, co sugeruje, że pierwotny skrzep ulega całkowitemu przeobrażeniu już w pierwszym tygodniu procesu gojenia. Tak wczesna transformacja skrzepu stanowi fundament dla rozpoczęcia kolejnych faz naprawy, w tym fazy zapalnej i proliferacyjnej, w których dochodzi do dalszego dojrzewania tkanki i przebudowy strukturalnej zębodołu [11, 14].

### Zapalenie

Faza zapalna rozpoczyna się niemal równocześnie z hemostazą i trwa zwykle od 24 do 72 godzin. Neutrofi-

le, a następnie monocyty i makrofagi, infiltrują miejsce ekstrakcji, usuwając martwe komórki, resztki tkanek i drobnoustroje. Makrofagi odgrywają również rolę regulacyjną, wydzielają cytokiny oraz czynniki wzrostu (m.in. TGF- $\beta$ , IL-1, IL-6), które inicjują dalsze procesy naprawy. Choć stan zapalny jest fizjologiczną odpowiedzią organizmu, jego nadmierne nasilenie może zaburzyć lub opóźnić gojenie [17, 18].

### Proliferacja

Faza proliferacyjna rozpoczyna się w ciągu kilku dni po ekstrakcji zęba i może trwać od kilkunastu dni do kilku tygodni, w zależności od warunków miejscowych i ogólnoustrojowych. Kluczową rolę w tym etapie odgrywa intensywna proliferacja fibroblastów, które syntetyzują kolagen oraz inne składniki macierzy pozakomórkowej, prowadząc do odbudowy struktury tkanek [18]. Równocześnie zachodzi angiogeneza, niezbędna do zapewnienia regenerującym się tkankom odpowiedniego zaopatrzenia w tlen oraz składniki odżywcze.

Zgodnie z badaniami proces proliferacyjny przebiega w dwóch etapach. Pierwszy z nich, fibroplazja, obejmuje tworzenie ziarninowej tkanki łącznej, która stopniowo zastępuje skrzep krwi oraz pozostałości więzadeł przyzębia. Powstała macierz tymczasowa składa się głównie z gęsto rozmieszczonych komórek mezenchymalnych, osadzonych w kolagenowej substancji międzykomórkowej, bogatej w sieć naczyń krwionośnych oraz zawierającej niewielką liczbę leukocytów jednojądrzastych [10, 11].

Drugi etap obejmuje rozwój kości plecionkowej, czyli pierwszorzędowej formy tkanki kostnej, odkładanej wokół nowo utworzonych naczyń krwionośnych przez osteoblasty osiadłe w macierzy [10, 14].

Kość plecionkowa jest wykrywalna już po około dwóch tygodniach od ekstrakcji i sukcesywnie wypiera ziarninową tkankę łączną. Uważa się, że znaczna część tkanki ziarninowej zostaje zastąpiona przez kość plecionkową w okresie 6–8 tygodni procesu gojenia [14, 19].

### Modelowanie i remodelowanie kości

Ostatnia faza, modelowania i remodelowania, może trwać od kilku miesięcy do ponad roku po ekstrakcji zęba. W tym okresie dochodzi do resorpcji tkanki ziarninowej oraz zastępowania jej przez dojrzałą tkankę kostną. Osteoblasty syntetyzują nową kość, natomiast osteoklasty odpowiadają za jej modelowanie i usuwanie nadmiaru strukturalnego. Dojrzała tkanka kostna, obejmująca szpik kostny i kość lamelarną, zastępuje kość plecionkową [10, 20]. Remodelowanie prowadzi do ostatecznego ukształtowania architektury wyrostka zębodołowego, jednak wiąże się także z fizjologiczną utratą objętości kości, zarówno w wymiarze pionowym, jak i poziomym [14, 21].

Gojenie wyrostka zębodołowego po ekstrakcji zęba jest złożonym, wielofazowym procesem biologicznym. Każda z faz przebiega zgodnie z precyzyjnie regulowanymi mechanizmami komórkowymi i molekularnymi, prowadzącymi do odbudowy zarówno tkanek miękkich, jak i struktur kostnych. Kluczową rolę odgrywają komórki

mezenchymalne, mediatory stanu zapalnego, czynniki wzrostu oraz procesy angiogenezy i osteogenezy. Postępujące modelowanie i remodelowanie kości zębodołowej często prowadzi jednak do fizjologicznej utraty jej objętości, co ma istotne znaczenie kliniczne dla planowania leczenia protetycznego lub implantologicznego [20, 22].

### **Działanie witaminy C w procesie gojenia ran**

L-kwas askorbinowy, aktywna biologicznie forma witaminy C, odgrywa kluczową rolę w regeneracji tkanek, szczególnie w procesach gojenia ran i naprawy uszkodzeń tkanek łącznych [23]. Jako silny przeciwutleniacz neutralizuje wolne rodniki oraz reaktywne formy tlenu, które powstają podczas stresu oksydacyjnego wywołanego urazami lub odpowiedzią immunologiczną organizmu. Działanie to pomaga zredukować uszkodzenia komórek, mogące wynikać z nadmiernej aktywności oksydantów w obrębie uszkodzonego obszaru [24].

Witamina C jest kluczowa dla prawidłowego funkcjonowania układu odpornościowego, szczególnie u pacjentów z otwartymi ranami. Mechanizm jej działania polega również na wspieraniu regeneracji innych przeciwutleniaczy, takich jak witamina E, oraz wspieraniu funkcji enzymów związanych z biosyntezą kolagenu [25]. Kwas askorbinowy bierze udział w procesach hydroksylacji proliny i lizyny podczas tworzenia kolagenu, działając jako kofaktor enzymu prolyl hydroksylazy w prokolagenie [26].

Kolagen stanowi podstawowy element budulcowy kości, chrząstek, zębów, więzadeł, ścięgna oraz naczyń krwionośnych. Dzięki wytrzymałości na rozciąganie, którą zapewnia kwas askorbinowy, nowo wytworzony kolagen może się rozciągać bez ryzyka rozerwania. Ostatecznie w macierzy pozakomórkowej pierwsza warstwa ochronna kolagenu typu III zostaje zastąpiona w pełni funkcjonalną warstwą kolagenu typu I. Bez kwasu askorbinowego struktura kolagenu staje się niestabilna, co prowadzi do powstania wadliwego białka podczas syntezy [27].

Dodatkowo witamina C wpływa na funkcjonowanie komórek układu immunologicznego, szczególnie makrofagów, które pełnią istotną rolę w oczyszczaniu miejsca uszkodzenia z martwych komórek oraz w regulowaniu procesów zapalnych. Ponadto kwas askorbinowy wspomaga angiogenezę, czyli proces tworzenia nowych naczyń krwionośnych, co warunkuje dostarczenie niezbędnych składników odżywczych do regenerujących się tkanek [28].

### **Dyskusja**

Badania przeprowadzone w wielu krajach na świecie dowodzą, że dostarczanie witaminy C, zarówno systemowo, jak i miejscowo, znacznie poprawia regenerację kości oraz tkanek miękkich, które są kluczowe dla uzyskania sukcesu klinicznego. W badaniu przeprowadzonym przez International Institute of Nutrition and Stress we Florydzie wykazano, że doustne przyjmowanie witaminy C w dawce 500 mg trzy lub cztery razy dziennie (1500 mg/dobę i 2000 mg/dobę) przyspiesza gojenie ran poekstrakcyjnych [29]. Z kolei w badaniach Nusgens i wsp. po miejscowym podaniu witaminy C odnotowano kilka istotnych

zmian. Zauważono większą liczbę fibroblastów, co prowadzi do formowania się większej ilości widocznych włókien kolagenowych. Dodatkowo zaobserwowano także kilka świeżo powstałych małych naczyń włosowatych [27]. Te zmiany występują konsekwentnie, gdy nowa tkanka łączna tworzy się w ranie, która się goi.

Witamina C jest niezbędna do apoptozy neutrofilów i ich usuwania podczas fazy zapalnej. Jako kofaktor w procesie hydroksylacji proliny i lizyny podczas syntezy kolagenu, witamina C odgrywa rolę w syntezie, dojrzewaniu, sekrecji i degradacji kolagenu w trakcie fazy proliferacyjnej. Jest również związana z proliferacją fibroblastów, co wpływa na angiogenezę i wytrzymałość naczyń włosowatych [26].

W latach 2018–2019 badacze z Kliniki Chirurgii Jamy Ustnej i Chirurgii Szczerkowo-Twarzowej Wydziału Stomatologii Uniwersytetu Chulalongkorn przeprowadzili badanie, w którym podawali pacjentom przez 10 dni po ekstrakcji placebo, 600 mg lub 1500 mg witaminy C. Dobór leku dla pacjenta następował w sposób losowy na ślepo. Najbardziej istotną poprawę w parametrach gojenia ran, zmniejszenie długości zębodołu w kierunku mezjo-dystalnym i głębokości sondowania, a także zmniejszenie bólu i stanu zapalnego oraz poprawę regeneracji tkanki kostnej zaobserwowano po podaniu 600 mg preparatu [30].

Z kolei inne badania *in vitro* wykazały, że płukanie roztworem witaminy C w niskim stężeniu (20 µg/ml) poprawia gojenie ran dziąsłowych, migrację fibroblastów i ich proliferację w porównaniu z roztworem o wyższym stężeniu (50 µg/ml). W hodowlach fibroblastów jamy ustnej zaobserwowano również, że zwiększona dawka witaminy C zmniejsza przeżywalność tych komórek [8, 31].

W innym badaniu, przeprowadzonym w Klinice Chirurgii Jamy Ustnej i Chirurgii Szczerkowo-Twarzowej Saveetha University w Tamil Nadu w Indiach, oceniano wpływ podśluzówkowego wstrzyknięcia witaminy C (kwasu L-askorbinowego) na gojenie rany po ekstrakcji zęba. Pacjentów podzielono na dwie grupy: otrzymującą witaminę C oraz kontrolną. W 3. i 7. dniu po zabiegu w zębodołach ekstrakcyjnych zauważono oznaki gojenia. W 3. dniu nie zaobserwowano wyraźnych różnic. W 7. dniu po zabiegu wskaźniki gojenia w grupie badanej były lepsze niż w grupie kontrolnej. W 3. i 7. dniu nie odnotowano istotnego zmniejszenia bólu. Autorzy badania wykazali, że wstrzyknięcie kwasu L-askorbinowego wspomaga dobre gojenie pooperacyjne, jednak nie wpływa na zmniejszenie dyskomfortu po zabiegu [32].

Inni badacze przeprowadzili ocenę miejscowego stosowania ekstraktu z propolisu, nanowitaminy C i nanowitaminy E w profilaktyce zapalenia kości zębodołowej po usunięciu zatrzymanego trzeciego zęba dolnego. Wyniki wykazały skuteczność stosowania nanowitaminy C w zmniejszaniu częstości występowania zapalenia kości zębodołowej i redukcji dyskomfortu [33].

W innych badaniach wykazano, że podanie witaminy C znacznie poprawia gojenie tkanek miękkich, a także zwiększa gęstość kości na zdjęciu rentgenowskim 21 dni po ekstrakcji w porównaniu z grupą kontrolną [34]. U pa-

**Tabela 2.** Dawkowanie terapeutyczne witaminy C a wyniki gojenia po ekstrakcji zęba

Badanie / Źródło	Droga podania	Dawka	Czas trwania badania	Główne efekty kliniczne
International Institute of Nutrition and Stress, Florida (1993) [29]	Doustna	1500–2000 mg/dobę (500 mg 3–4 × dziennie)	21 dni	Przyspieszone gojenie ran poekstrakcyjnych
Chulalongkorn University, Bangkok (2019) [30]	Doustna	600 mg/dobę (3 × 200 mg)	10 dni	Mniejsze dolegliwości bólowe, przyspieszenie zamknięcia rany mezjo-dystalnie
Chulalongkorn University, Bangkok (2020) [31]	Miejscowa (płukanie)	20 µg/ml vs 50 µg/ml	3 i 7 dni	20 µg/ml poprawia migrację i proliferację fibroblastów; 50 µg/ml zmniejsza ich przeżywalność
Saveetha University, Tamil Nadu (2021) [32]	Podśluzówkowa iniekcja	200 mg	3 i 7 dni	Lepsze gojenie w 7. dniu, brak wpływu na redukcję bólu
Complutense University, Madrid (2021) [33]	Miejscowa (nanoemulsja)	Żel punktowo na ranę zębodołu 3 × dziennie	7 dni	Mniej przypadków zapalenia kości zębodołowej, zmniejszenie dyskomfortu
Chulalongkorn University, Bangkok (2021) [34]	Doustna	600 mg	21 dni	Zmniejszenie bólu, poprawa regeneracji kości, większa gęstość kości na RTG
Army Medical College, Rawalpindi (2023) [35]	Doustna	500 mg (2 × dziennie)	7 dni	Spadek stężenia białka C-reaktywnego – wskaźnik redukcji stanu zapalnego

cientów przyjmujących witaminę C obserwowano również spadek poziomu białka C-reaktywnego w porównaniu z grupą kontrolną [35].

W tabeli 2 przedstawiono podsumowanie wyników przeprowadzonych badań w zależności od dawki witaminy C oraz drogi podania.

### Wnioski

Dostępne dane wskazują, że witamina C odgrywa istotną rolę w procesie gojenia zębodołu po ekstrakcji zęba, działając wspomagająco na wszystkich kluczowych etapach regeneracji tkanek. Suplementacja witaminą C, stosowana zarówno ogólnoustrojowo, jak i miejscowo, może przyspieszać proliferację fibroblastów, syntezę kolagenu oraz angiogenezę, a także wpływać na redukcję stanu zapalnego i bólu pozabiegowego.

Podawanie doustne witaminy C w dawkach 600–2000 mg/dobę wykazało korzystny wpływ na dynamikę gojenia, zmniejszenie bólu oraz poprawę parametrów regeneracyjnych, takich jak głębokość zębodołu czy gęstość kostna. Miejscowe zastosowanie witaminy C, w tym preparatów nanotechnologicznych oraz iniekcji podśluzówkowych, również przynosiło korzystne efekty kliniczne, w tym zmniejszenie ryzyka zapalenia kości zębodołowej.

Na podstawie dostępnych danych można uznać, że terapia wspomagająca z zastosowaniem witaminy C powinna być rozważana jako uzupełnienie standardowego postępowania poekstrakcyjnego, zwłaszcza u pacjentów z zaburzeniami gojenia, niedoborami żywieniowymi lub narażonych na powikłania pozabiegowe. Konieczne są jednak dalsze randomizowane badania kliniczne, które pozwolą określić optymalne dawkowanie, czas trwania terapii oraz najskuteczniejsze drogi podania witaminy C w różnych grupach pacjentów.

### Piśmiennictwo

1. Sculean A, Gruber R, Bosshardt DD. Soft tissue wound healing around teeth and dental implants. *J Clin Periodontol*, 2014; 41 (Suppl 15): S6–S22. doi: 10.1111/jcpe.12206
2. Steiner GG, Francis W, Burrell R, et al. The healing socket and socket regeneration. *Compend Contin Educ Dent*, 2008; 29(2): 114–116
3. Van der Weijden F, Dell'Acqua F, Slot DE. Alveolar bone dimensional changes of post-extraction sockets in humans: a systematic review. *J Clin Periodontol*, 2009; 36(12): 1048–1058. doi: 10.1111/j.1600-051X.2009.01482.x
4. Bechara N, Flood VM, Gunton JE. A systematic review on the role of vitamin C in tissue healing. *Antioxidants (Basel)*, 2022; 11(8): 1605. doi: 10.3390/antiox11081605
5. Nishikimi M, Fukuyama R, Minoshima S, et al. Cloning and chromosomal mapping of the human nonfunctional gene for L-gulonogamma-lactone oxidase, the enzyme for L-ascorbic acid biosynthesis missing in man. *J Biol Chem*, 1994; 269(18): 13685–13688
6. Ruzijevaite G, Acaite E, Jagelaviciene E. Therapeutic impact of ascorbic acid on oral and periodontal tissues: a systematic literature review. *Medicina (Kaunas)*, 2024; 60(12): 2041. doi: 10.3390/medicina60122041
7. Institute of Medicine (US) Panel on Dietary Antioxidants and Related Compounds. *Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids*. Washington (DC): National Academies Press (US); 2000
8. Moores J. Vitamin C: a wound healing perspective. *Br J Community Nurs*, 2013; Suppl: S6–S11. doi: 10.12968/bjcn.2013.18.sup12.s6
9. Farina R, Trombelli L. Wound healing of extraction sockets. *Endod Top*, 2011; 25: 16–43. doi: 10.1111/etp.12016
10. Araújo MG, Silva CO, Misawa M, Sukekava F. Alveolar socket healing: what can we learn? *Periodontol*, 2000, 2015; 68(1): 122–134. doi: 10.1111/prd.12082
11. Trombelli L, Farina R, Marzola A, et al. Modeling and remodeling of human extraction sockets. *J Clin Periodontol*, 2008; 35(7): 630–639. doi: 10.1111/j.1600-051X.2008.01246.x

12. Amler MH. Disturbed healing of extraction wounds. *J Oral Implantol*, 1999; 25(3): 179–184. doi: 10.1563/1548-1336(1999)025<0179:DHOEW>2.3.CO;2
13. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2003; 23(4): 313–323
14. de Sousa Gomes P, Daugela P, Poskevicius L, et al. Molecular and cellular aspects of socket healing in the absence and presence of graft materials and autologous platelet concentrates: a focused review. *J Oral Maxillofac Res*, 2019; 10(3): e2. doi: 10.5037/jomr.2019.10302
15. Al Hezaimi K, Al-Askar M, Al-Rasheed A, et al. Tissue dynamics in the alveolar socket following tooth extraction. *J Int Acad Periodontol*, 2013; 15(2): 43–51
16. Rousselle P, Montmasson M, Garnier C. Extracellular matrix contribution to skin wound re-epithelialization. *Matrix Biol*, 2019; 75–76: 12–26. doi: 10.1016/j.matbio.2018.01.002
17. Pippi R. Post-surgical clinical monitoring of soft tissue wound healing in periodontal and implant surgery. *Int J Med Sci*, 2017; 14(8): 721–728. doi: 10.7150/ijms.19727
18. Amler MH. The time sequence of tissue regeneration in human extraction wounds. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1969; 27(3): 309–318. doi: 10.1016/0030-4220(69)90357-0
19. Udeabor SE, Heselich A, Al-Maawi S, et al. Current knowledge on the healing of the extraction socket: a narrative review. *Bioengineering (Basel)*, 2023; 10(10): 1145. doi: 10.3390/bioengineering10101145
20. Pagni G, Pellegrini G, Giannobile WV, Rasperini G. Postextraction alveolar ridge preservation: biological basis and treatments. *Int J Dent*, 2012; 2012: 151030. doi: 10.1155/2012/151030
21. Cardaropoli G, Araújo M, Hayacibara R, et al. Healing of extraction sockets and surgically produced – augmented and non-augmented – defects in the alveolar ridge. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol*, 2005; 32(5): 435–440. doi: 10.1111/j.1600-051X.2005.00692.x
22. Tan WL, Wong TL, Wong MC, Lang NP. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res*, 2012; 23 (Suppl 5): 1–21. doi: 10.1111/j.1600-0501.2011.02375.x
23. Pullar JM, Vissers MCM. Role of vitamin C in chronic wound healing. In: Eggersdorfer M, ed. *Vitamin C*. Cham, Switzerland: Springer; 2020: 161–179
24. Jacob RA, Sotoudeh G. Vitamin C function and status in chronic disease. *Nutr Clin Care*, 2002; 5(2): 66–74. doi: 10.1046/j.1523-5408.2002.00005.x
25. Praskevicius A, Ivanoviene L, Stasiuniene N, et al. *Biochemistry*. In: Burneckiene J, ed. *Vitamins*. Kaunas, Lithuania: KMU Publisher; 2003: 161–197
26. Collins N. Nutrition 411: revisiting vitamin C and wound healing. *Ostomy Wound Manage*, 2013; 59(9): 12
27. Nusgens BV, Humbert P, Rougier A, et al. Topically applied vitamin C enhances the mRNA level of collagens I and III, their processing enzymes and tissue inhibitor of matrix metalloproteinase 1 in the human dermis. *J Invest Dermatol*, 2001; 116(6): 853–859. doi: 10.1046/j.0022-202x.2001.01362.x
28. Li X, Tang L, Lin YF, Xie GF. Role of vitamin C in wound healing after dental implant surgery in patients treated with bone grafts and patients with chronic periodontitis. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2018; 20(5): 793–798. doi: 10.1111/cid.12647
29. Abrahmssohn GM, Halberstein RA, Fregeolle S. Vitamin C and dental healing: testing and placebo effect. *Gen Dent*, 1993; 41(6): 523–530
30. Pisalsitsakul N, Pinnoi C, Sutanthavibul N, Kamolratanakul P. Taking 200 mg vitamin C three times per day improved extraction socket wound healing parameters: a randomized clinical trial. *Int J Dent*, 2022; 2022: 6437200. doi: 10.1155/2022/6437200
31. Chaitrakoonthong T, Ampornaramveth R, Kamolratanakul P. Rinsing with L-ascorbic acid exhibits concentration-dependent effects on human gingival fibroblast in vitro wound healing behavior. *Int J Dent*, 2020; 2020: 4706418. doi: 10.1155/2020/4706418
32. Ramasubbu S, Gaur S, Wahab PU, Marimuthu M. Efficacy of L-ascorbic acid in the healing of extraction site after transalveolar extraction of third molar teeth. *Int J Res Pharm Sci*, 2020; 11(Suppl 4): 1179–1182
33. González-Serrano J, López-Pintor RM, Cecilia-Murga R, et al. Application of propolis extract, nanovitamin C and nanovitamin E to prevent alveolar osteitis after impacted lower third molar surgery. A randomized, double-blind, split-mouth, pilot study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2021; 26(2): e118–e125. doi: 10.4317/medoral.23915
34. Yingcharoenthana S, Ampornaramveth R, Subbalekha K, et al. A split-mouth randomized clinical trial to evaluate the effect of local and systemic administration of vitamin C on extraction wound healing. *J Oral Sci*, 2021; 63(2): 198–200. doi: 10.2334/josnusd.20-0515
35. Fatima M, Farhat K, Ali S, et al. Evaluation of anti-inflammatory efficacy of ascorbic acid after third molar surgery. *J Ayub Med Coll Abbottabad*, 2023; 35(3): 442–446. doi: 10.55519/JAMC-03-11901