



ZASTOSOWANIE OSOCZA BOGATOPŁYTKOWEGO W CHIRURGII STOMATOLOGICZNEJ

The use of platelet-rich plasma in oral surgery



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

Wojskowa Specjalistyczna Przychodnia Lekarska w Poznaniu, Filia Szylinga, Polska

Patrycja Różak – 0009-0004-2643-8817

Konstancja Nosowicz – 0009-0000-5080-1509

Adam Łuczak – 0009-0004-1848-5437

Nina Szczepańska – 0009-0003-7448-4466

Adrianna Gliszczyńska – 0009-0009-1721-5327

Agata Tuczyńska – 0000-0003-1648-6765

Streszczenie

Wprowadzenie: Współczesna chirurgia stomatologiczna koncentruje się na technikach minimalnie inwazyjnych oraz metodach wspomagających procesy gojenia i regeneracji tkanek. Jednym z nowoczesnych podejść jest zastosowanie osocza bogatopłytkowego, które stanowi skoncentrowaną frakcję osocza zawierającą płytki krwi i czynniki wzrostu, takie jak PDGF, TGF- β i VEGF, odpowiedzialne za procesy regeneracyjne i angiogenezę. Osocze bogatopłytkowe znajduje szerokie zastosowanie w chirurgii stomatologicznej, w tym w procedurach takich jak ekstrakcje zębów, zabiegi implantologiczne, leczenie ubytków kostnych oraz regeneracja tkanek miękkich. Dzięki swoim właściwościom proregeneracyjnym i przeciwzapalnym przyczynia się do skrócenia czasu rekonwalescencji, zmniejszenia dolegliwości bólowych oraz poprawy jakości nowo tworzonej tkanki. **Materiał i metody:** W badaniu przeprowadzono systematyczny przegląd literatury dostępnej w bazie PubMed, analizując publikacje dotyczące zastosowania osocza bogatopłytkowego w chirurgii stomatologicznej. **Wnioski:** Osocze bogatopłytkowe jest obiecującym narzędziem wspomagającym regenerację tkanek w chirurgii stomatologicznej dzięki obecności licznych czynników wzrostu, które odgrywają istotną rolę w angiogenezie, proliferacji komórkowej oraz przebudowie macierzy pozakomórkowej. W przypadku ekstrakcji zębów pomaga w redukcji bólu, obrzęku i ryzyka powikłań, a także przyspiesza regenerację tkanek miękkich. W zabiegach augmentacyjnych wspiera osteogenezę, szczególnie w połączeniu z materiałami kościozastępczymi, jednak zależy to od wielu czynników, takich jak jakość biomateriału i technika chirurgiczna. Wyniki zastosowania osocza bogatopłytkowego w zabiegach podniesienia dna zatoki szczękowej oraz implantologii są umiarkowane, a jego skuteczność w regeneracji tkanek otaczających implanty jest wciąż przedmiotem debat. W periodontologii wspomaga regenerację tkanek miękkich i przyzębia, przyspieszając gojenie ran i odbudowę przyczepu łąkotkankowego. Osocze bogatopłytkowe stanowi wartościowe wsparcie w chirurgii stomatologicznej, ale ze względu na brak jednoznacznych dowodów na skuteczność w regeneracji kostnej, konieczne są dalsze badania kliniczne i standaryzacja metod jego przygotowania i aplikacji.

Abstract

Introduction: Contemporary oral surgery focuses on minimally invasive techniques and methods that support tissue healing and regeneration. One of the modern approaches involves the use of platelet-rich plasma (PRP), a concentrated plasma fraction containing platelets and growth factors such as PDGF, TGF- β , and VEGF, which play key roles in regenerative processes and angiogenesis. PRP has wide applications in oral surgery, including procedures such as tooth extractions, implant placements, bone augmentations, and soft tissue regeneration. Due to its pro-regenerative and anti-inflammatory properties, PRP contributes to shorter recovery times, reduced pain, and improved quality of newly formed tissue. **Materials and methods:** A systematic review of the literature from the PubMed database was conducted to analyse publications on the use of PRP in dental surgery. **Conclusions:** PRP is a promising tool supporting tissue regeneration in dental surgery due to the presence of multiple growth factors that play an essential role in angiogenesis, cellular proliferation, and extracellular matrix remodeling. In the context of tooth extraction, PRP helps reduce pain, swelling, and the risk of complications, while also accelerating soft tissue regeneration. For bone augmentation procedures, it supports osteogenesis, particularly when combined with bone substitute materials, although its effectiveness depends on several factors, such as the quality of the biomaterial and surgical technique. PRP used in sinus lift and implantology has shown moderate outcomes, and its efficacy in promoting peri-implant tissue regeneration remains a subject of debate. In periodontology, PRP supports soft tissue and periodontal regeneration, accelerating wound healing and the restoration of connective tissue attachment. PRP represents a valuable adjunct in oral surgery; however, given the lack of clear evidence on its efficacy in bone regeneration, further clinical studies and standardization of PRP preparation and application methods are needed.

Słowa kluczowe: chirurgia stomatologiczna; osocze bogatopłytkowe; PRP

Keywords: oral surgery; platelet-rich plasma; PRP

DOI 10.53301/lw/208592

Praca wpłynęła do Redakcji: 20.05.2025

Zaakceptowano do druku: 24.07.2025

Opublikowano: 30.06.2026

Autor do korespondencji:

Patrycja Różak

Wojskowa Specjalistyczna Przychodnia Lekarska
w Poznaniu, Filia Szylinga

e-mail: patrycjarożak@op.pl

Wstęp

Współczesna chirurgia stomatologiczna dynamicznie rozwija się w kierunku technik minimalnie inwazyjnych oraz metod przyspieszających procesy gojenia i regeneracji tkanek. Jednym z podejść jest wykorzystanie autologicznych koncentratów krwiopochodnych, w szczególności osocza bogatopłytkowego (ang. *platelet-rich plasma*, PRP). PRP to frakcja osocza zawierająca skoncentrowane płytki krwi, które są źródłem licznych czynników wzrostu, takich jak płytkopochodny czynnik wzrostu (ang. *platelet-derived growth factor*, PDGF), transformujący czynnik wzrostu beta (ang. *transforming growth factor beta*, TGF- β) czy czynnik wzrostu śródbłonna naczyniowego (ang. *vascular endothelial growth factor*, VEGF). Czynniki te odgrywają kluczową rolę w procesach regeneracyjnych i angiogenezie [1, 2].

Zastosowanie PRP w chirurgii stomatologicznej obejmuje szeroki zakres procedur, w tym ekstrakcję zębów, zabiegi implantologiczne, leczenie ubytków kostnych czy wspomaganie gojenia po zabiegach na tkankach miękkich [3]. Dzięki właściwościom proregeneracyjnym i przeciwzapalnym PRP może skracać czas rekonwalescencji, redukować dolegliwości bólowe oraz poprawiać jakość nowo powstałej tkanki [4].

Celem niniejszej pracy jest przegląd dostępnych danych naukowych dotyczących mechanizmu działania PRP oraz jego skuteczności klinicznej w chirurgii stomatologicznej. Analizie poddano zarówno wyniki badań *in vitro*, jak i doniesienia kliniczne, w celu oceny potencjału terapeutycznego tej metody w praktyce stomatologicznej.

Materiał i metody

W niniejszym badaniu dane zgromadzono na podstawie publikacji naukowych dostępnych w bazie PubMed. Przeprowadzono systematyczny przegląd literatury, obejmujący prace dotyczące zastosowania PRP w różnych obszarach stomatologii, ze szczególnym uwzględnieniem chirurgii stomatologicznej. Przeszukiwanie literatury przeprowadzono w okresie od lutego 2025 roku do maja 2025 roku. Uwzględniono wyłącznie artykuły naukowe opublikowane w języku angielskim lub polskim, które były dostępne w pełnym tekście online. Do kryteriów wyłączenia, zastosowanych przy doborze prac, należały: obecność chorób ogólnoustrojowych wpływających na proces gojenia i liczbę płytek krwi, palenie tytoniu, ciąża. Do wyszukiwania publikacji zastosowano następujące słowa kluczowe, takie jak: PRP, proces gojenia, ekstrak-

cja zęba, implanty zębowe, augmentacja kości, periodontologia oraz tkanki miękkie. Do analizy włączono prace opublikowane w recenzowanych czasopismach naukowych, odnoszące się bezpośrednio do tematu pracy.

Charakterystyka PRP – mechanizm działania, wpływ na proces gojenia ran oraz przygotowanie preparatu

Regeneracyjne właściwości PRP wynikają przede wszystkim z wysokiego stężenia płytek krwi, które są głównymi mediatorami aktywności biologicznej tego preparatu. U zdrowych osób liczba płytek w krwi obwodowej mieści się zazwyczaj w zakresie 150–300 $\times 10^9/L$. Średni czas ich przeżycia wynosi 8–10 dni. Oprócz funkcji hemostaticznej, płytki krwi odgrywają kluczową, niezastąpioną rolę w regeneracji tkanek oraz gojeniu ran, szczególnie w początkowej fazie zapalnej. Proces gojenia ran zazwyczaj zachodzi w środowisku prozapalnym, w którym podwyższona aktywność enzymów proteolitycznych ogranicza dostępność endogennych czynników wzrostu niezbędnych do regeneracji tkanek. W celu przeciwdziałania tym niekorzystnym warunkom PRP dostarcza skoncentrowanego, egzogenego źródła czynników wzrostu, wspomagając regenerację tkanek poprzez swoje właściwości mitogenne, angiogenne oraz chemotaktyczne [5]. Płytki zawierają trzy główne typy ziarnistości: ziarnistości alfa, ziarnistości gęste (delta) oraz lizosomy, z których każda grupa zawiera odrębny zestaw mediatorów wspólnie koordynujących proces regeneracji. Szczególne znaczenie w kontekście naprawczym mają ziarnistości alfa, które stanowią główne źródło licznych czynników wzrostu, cytokin, cząsteczek adhezyjnych oraz białek sygnałowych. W ich skład wchodzi między innymi: PDGF (izoforny $\alpha\alpha$, $\beta\beta$, $\alpha\beta$), VEGF, insulinopodobny czynnik wzrostu (ang. *insulin-like growth factor*, IGF), TGF- β 1, TGF- β 2, naskórkowy czynnik wzrostu (ang. *epidermal growth factor*, EGF), interleukina 1, osteokalcyna, osteonektyna, a także białka strukturalne, takie jak fibrynogen, witronektyna, fibronektyna i trombospondyna [2, 6, 7]. Oprócz płytek krwi, PRP zawiera również leukocyty, osocze oraz pozostałości erytrocytów [2]. Działanie PRP wynika między innymi z aktywności PDGF, który został zidentyfikowany jako ważne białko dla procesów gojenia się tkanek twardych i miękkich. Wykazano, że PDGF stymuluje chemotaksję, mitogenezę oraz replikację komórek macierzystych w miejscu rany i uszkodzenia tkanki. Powoduje to tworzenie macierzy kostnej i angiogenezę poprzez stymulację zwiększonego poziomu VEGF, co w konsekwencji może prowadzić do przyspieszenia gojenia się tkanek miękkich dzięki neowaskularyzacji. PDGF stymuluje również syntezę fibronektyny – cząsteczki

adhezji komórkowej, wykorzystywanej w proliferacji i migracji komórek w procesie gojenia, w tym osteokondukcji kwasu hialuronowego, a także pomaga w promowaniu obkurczania się ran i ich przebudowie [8].

Osocze bogatopłytkowe przygotowuje się z krwi żyłnej pacjenta, co czyni je produktem autologicznym. Procedura polega na izolacji frakcji osocza oraz zwiększeniu stężenia płytek krwi do poziomu znacznie przekraczającego wartości fizjologiczne w krążeniu obwodowym. Zazwyczaj odbywa się to za pomocą wirowania pobranej krwi żyłnej. Badania wykazują, że osiągnięcie stężenia płytek na poziomie około 2,5–5-krotnie wyższym niż wartości wyjściowe jest optymalne dla uzyskania maksymalnych efektów regeneracyjnych [9, 10]. W praktyce klinicznej PRP może być uzyskiwane poprzez wirowanie krwi obwodowej. Po poddaniu krwi, uprzednio zakonserwowanej antykoagulantem, działaniu siły odśrodkowej, następuje jej warstwowanie na trzy wyraźne warstwy: gęstą warstwę erytrocytów na dnie, pośrednią warstwę „buffy coat”, zawierającą płytki i leukocyty, oraz górną warstwę osocza [11]. Dalsza obróbka osocza i warstwy „buffy coat” poprzez dodatkowe wirowanie pozwala na izolację PRP. Powszechnie stosowane są także komercyjnie dostępne zestawy do przygotowania PRP. Zawierają one żele separacyjne, które ułatwiają izolację płytek podczas wirowania oraz umożliwiają uzyskanie standardyzowanych, powtarzalnych wyników. Żel PRP powstaje poprzez zmieszanie osocza bogatopłytkowego z trombiną lub chlorkiem wapnia, zazwyczaj w stężeniu 10%. Dodanie trombiny i chlorku wapnia do PRP automatycznie aktywuje ziarnistości alfa, uwalniając biologiczne czynniki wzrostu [7]. W literaturze opisano liczne protokoły i techniki przygotowywania PRP, a także szeroki zakres zastosowań terapeutycznych. Niemniej jednak różnicowanie metodologii oraz niespójna nomenklatura w poszczególnych badaniach utrudniają interpretację i porównanie wyników, często wprowadzając niejasności i ograniczając możliwość uogólniania wniosków [11, 12].

Przygotowywane PRP z własnej krwi żyłnej pacjenta eliminuje ryzyko przenoszenia patogenów wirusowych, które mogą towarzyszyć produktom pochodzącym z krwi allogenicznej. Autologiczne pochodzenie PRP zapewnia również brak ryzyka zanieczyszczenia prionami oraz niemal całkowicie eliminuje możliwość wystąpienia reakcji alergicznych lub innych działań niepożądanych zależnych od mechanizmów immunologicznych. Niemniej jednak, należy zauważyć, że stosowanie trombiny będącej jako egzogennego aktywatora w przygotowaniu PRP może wiązać się z rozwojem nabytych koagulopatii, z powodu krzyżowej reaktywności przeciwciał skierowanych przeciwko czynnikowi V będą z jego ludzkim odpowiednikiem [13]. Jak dotąd brak jest dowodów wskazujących na jakiegokolwiek efekty rakotwórcze związane z klinicznym zastosowaniem PRP [14, 15].

Wyniki

W trakcie szczegółowej analizy początkowo zidentyfikowano 305 publikacji, z których na wstępnym etapie odrzucono 142. Następnie przejrano 163 prace, spośród których, po ocenie streszczeń, wykluczono kolejne 121. Do dalszej analizy zakwalifikowano 43 artykuły, jednak 3 z nich odpadły na etapie weryfikacji szczegółowych kry-

teriów wykluczenia. Ostatecznie do niniejszego przeglądu systematycznego włączono 40 prac. Przeanalizowano 7 badań porównawczych, 5 badań klinicznych oraz 9 badań randomizowanych.

Dyskusja

Autologiczne koncentraty PRP stanowią istotny element wspomagający procesy regeneracyjne w chirurgii stomatologicznej, wykazując potencjał modulowania naprawy tkanek poprzez obecność licznych bioaktywnych czynników wzrostu. Mechanizm działania PRP opiera się na indukcji angiogenezy, pobudzaniu proliferacji komórek mezenchymalnych, stymulacji syntezy składników macierzy pozakomórkowej oraz nasileniu mineralizacji tkanki kostnej. Preparaty te znajdują zastosowanie w szerokim spektrum procedur stomatologicznych, obejmujących m.in. leczenie zębodołów poekstrakcyjnych, zabiegi augmentacyjne, terapie implantologiczne oraz procedury z zakresu podnoszenia dna zatoki szczękowej i regeneracji tkanek miękkich. Mimo licznych doniesień wskazujących na korzystne efekty kliniczne zastosowania PRP, jego skuteczność terapeutyczna pozostaje przedmiotem intensywnych badań. Uzyskiwane wyniki mogą być istotnie modyfikowane przez zmienność protokołów przygotowania preparatu, liczbę zawartych płytek krwi oraz indywidualne uwarunkowania kliniczne pacjenta.

Protokoły przygotowania preparatu PRP różniły się pomiędzy przeanalizowanymi badaniami. Wyniki oraz zestawienie parametrów zastosowanych podczas przygotowania PRP przedstawiono w tabelach 1–4.

Zębodoły poekstrakcyjne

Ekstrakcja zębów stanowi jedną z najczęściej wykonywanych procedur chirurgicznych w stomatologii, jednak mimo swojego rutynowego charakteru może prowadzić do licznych powikłań, które mogą znacząco wpłynąć na proces gojenia. Do najczęściej obserwowanych komplikacji należą: ból, obrzęk, szczękościsk, infekcje oraz rozwój suchego zębodołu. Ponadto w niektórych przypadkach proces regeneracji tkanek może ulec opóźnieniu, co negatywnie wpływa na przebieg leczenia i komfort pacjenta [16, 17].

W odpowiedzi na te wyzwania badania nad metodami przyspieszającymi regenerację poekstrakcyjną skupiły się na zastosowaniu autologicznych koncentratów płytek krwi, które dzięki wysokiemu stężeniu czynników wzrostu, takich jak PDGF, TGF- β czy VEGF, wykazują potencjał w modulowaniu środowiska gojenia [18]. Preparaty PRP mają zdolność do stymulacji angiogenezy, proliferacji fibroblastów i osteoblastów oraz inicjowania odbudowy macierzy pozakomórkowej, co może przyczynić się do przyspieszenia regeneracji tkanek zarówno miękkich, jak i twardych. Z tego względu PRP jest rozważane jako obiecujące narzędzie terapeutyczne, które może wspomóc profilaktykę powikłań oraz optymalizację procesu gojenia po ekstrakcji zębów [19].

Badanie przeprowadzone przez Alissę i wsp. w 2010 roku wykazało, że zastosowanie PRP znacząco przyspiesza proces gojenia tkanek miękkich w zębodołach poekstrakcyjnych w porównaniu z grupą kontrolną. U pacjentów,

Tabela 1. Poszczególne protokoły przygotowania osocza bogatopłytkowego (PRP) oraz wyniki badań jego wpływu na zębodoły poekstrakcyjne

Badacze	Parametry		Zastosowany aktywator	Wyniki
	I wirowanie	II wirowanie		
Biomet, Indiana, USA [16]	1000 rpm przez 10 minut	1000 rpm przez 10 minut	10% CaCl ₂	Przyspieszenie procesu gojenia tkanek miękkich, rzadsze powikłania miejscowe, takie jak suchy zębodoł, zmniejszony ból pooperacyjny, na RTG poprawa struktury beleczkowej kości w miejscach zastosowania PRP
Haydarpaşa Training Hospital, Istanbul [19]	1200 rpm przez 10 minut	1000 rpm przez 10 minut	-	Brak istotnych różnic w tworzeniu nowej tkanki kostnej między grupami leczonymi PRP a kontrolnymi
Dental Services Department, Nigeria [20]	1200 rpm przez 10 minut	1000 rpm przez 10 minut	10% CaCl ₂ i 1000 U trombiny bawolej	Redukcja bólu, obrzęku oraz poprawa zakresu otwierania jamy ustnej
Duquesne University [21]	1150 rpm przez 10 minut	-	-	Wzrost gęstości radiologicznej kości w miejscach zastosowania PRP, brak spostrzeżeń odnośnie bólu pooperacyjnego i stopnia krwawienia

Tabela 2. Poszczególne protokoły przygotowania osocza bogatopłytkowego (PRP) oraz wyniki badań jego wpływu na augmentowaną kość

Badacze	Parametry		Zastosowany aktywator	Wyniki
	I wirowanie	II wirowanie		
Maharishi Markandeshwar College of Dental Sciences and Research, Mullana [26]	200 × g przez 20 minut	400 × g przez 10 minut	-	Nie wykazano istotnych różnic w zakresie osteointegracji ani jakości nowo powstałej tkanki kostnej
Yeditepe University, Istanbul [27]	2400 rpm przez 10 minut	3600 rpm przez 15 minut	10% CaCl ₂	Brak potwierdzenia wyższej skuteczności kombinacji PRP z ksenomateriałem w odniesieniu do standardowych procedur augmentacyjnych
Kenia Dental College, Nepal [28]	2000 rpm przez 15 minut	3000 rpm przez 10 minut	10% CaCl ₂	Autologiczne PRP jest biokompatybilne i znacząco poprawia gojenie tkanek miękkich, regenerację kości i zwiększa jej gęstość w zębodołach poekstrakcyjnych
King Saud University, Saudi Arabia [29]	200 × g przez 20 minut	400 × g przez 10 minut	10% CaCl ₂	Poprawa gojenia tkanek miękkich, szybsza regeneracja kości w zębodole z zastosowaniem PRP

Tabela 3. Poszczególne protokoły przygotowania osocza bogatopłytkowego (PRP) oraz wyniki badań jego wpływu na implanty

Badacze	Parametry		Zastosowany aktywator	Wyniki
	I wirowanie	II wirowanie		
King Saud University, Saudi Arabia [29]	200 × g przez 20 minut	400 × g przez 10 minut	10% CaCl ₂	Poprawa gojenia tkanek miękkich, szybsza regeneracja kości w zębodole z zastosowaniem PRP
Biotechnology Institute, Vitoria [30]	460 × g przez 8 minut	-	10% CaCl ₂	Pokrycie powierzchni implantu skutkuje bardziej dynamiczną odpowiedzią tkankową i sprzyja przyspieszonej mineralizacji kości
University of Rome Tor Vergata, Italy [31]	1100 rpm przez 10 minut	-	10% CaCl ₂	Szybsza regeneracja tkanek miękkich i twardych
Bapuji Dental College and Hospital, India [32]	3000 rpm przez 10 minut	-	-	Zminimalizowanie opóźnionej integracji implantów z tkankami twardymi i miękkimi
School of Dentistry Sao Paulo, Brazil [34]	1200 rpm przez 10 minut	1200 rpm przez 15 minut	-	Zastosowanie PRP w leczeniu defektów kości okołointplantowej nie przynosi istotnej poprawy w zakresie regeneracji tkanki kostnej

Tabela 4. Poszczególne protokoły przygotowania osocza bogatopłytkowego (PRP) oraz wyniki badań jego wpływu na podniesienie zatoki szczękowej

Badacze	Parametry		Zastosowany aktywator	Wyniki
	I wirowanie	II wirowanie		
Cairo University, Egypt [36]	160 × g przez 6 minut	-	10% CaCl ₂	Nie zaobserwowano istotnych różnic w zakresie jakości nowo utworzonej kości ani skuteczności osteointegracji
Medical University of Vienna, Austria [37]	1800 rpm przez 10 minut	3000 rpm przez 10 minut	10% CaCl ₂ i trombina bydlęca	Potencjalne synergistyczne działanie PRP i syntetycznych substytutów kostnych

którzy nie otrzymali PRP, częściej występowały powikłania miejscowe, takie jak suchy zębodoł oraz ostre zapalenie zębodołu. Choć różnice te były na granicy istotności statystycznej, wskazują na profilaktyczny potencjał PRP. Dodatkowo, radiologiczna ocena wygojonych zębodołów wykazała wyraźną poprawę struktury bełczkowej kości w miejscach, w których zastosowano PRP, choć istotne statystycznie różnice obserwowano jedynie w przypadku zębodołów o gęstej i jednorodnej strukturze kostnej. Co więcej, pacjenci poddani terapii z użyciem PRP zgłaszali niższy poziom bólu pooperacyjnego, szczególnie w ciągu pierwszych trzech dni po zabiegu [16].

Podobne obserwacje poczynili badacze, analizując wpływ PRP na proces gojenia po chirurgicznej ekstrakcji zatrzymanych trzecich trzonowców. W grupie, której podano PRP, zaobserwowano wyraźną redukcję bólu, obrzęku oraz poprawę zakresu otwierania jamy ustnej. Różnice w parametrach radiologicznych, takich jak gęstość i układ bełczkowy kości, były zauważalne, jednak nie osiągnęły poziomu istotności statystycznej [20].

Z kolei klinicyści z Duquesne University wykorzystali cyfrową radiografię oraz tomografię komputerową do oceny zmian w gęstości tkanki kostnej w zębodole poekstrakcyjnym. Wyniki ich analizy wykazały statystycznie istotny wzrost gęstości radiologicznej w miejscach, gdzie zastosowano PRP, co sugeruje jego korzystny wpływ na wczesną fazę mineralizacji. Nie odnotowano jednak istotnego wpływu PRP na poziom bólu ani stopień krwawienia po zabiegu [21].

Mimo licznych pozytywnych doniesień wskazujących na skuteczność PRP w poprawie warunków gojenia tkanek miękkich oraz redukcji powikłań poekstrakcyjnych, dane dotyczące jego wpływu na regenerację kości są bardziej niejednoznaczne. Część badań nie potwierdza istotnych różnic w tworzeniu nowej tkanki kostnej między grupami leczonymi PRP a grupami kontrolnymi, co podkreśla konieczność przeprowadzenia dalszych, dobrze zaprojektowanych badań klinicznych oraz standaryzacji protokołów stosowania PRP. W świetle dostępnych danych można jednak przyjąć, że PRP wywiera korzystny wpływ przede wszystkim w początkowej fazie gojenia rany poekstrakcyjnej, wspomagając wczesne procesy osteogenezy. Intensywność tego działania może jednak ulegać osłabieniu w późniejszych etapach przebudowy tkanek [22].

Augmentacja kości

W procedurach augmentacyjnych, ukierunkowanych na odbudowę utraconej objętości kości szczęk, zastosowanie PRP stanowi potencjalne wsparcie biologiczne zwią-

szające efektywność osteogenezy. Osocze bogatopłytkowe, wykorzystywane samodzielnie lub w połączeniu z materiałami kościocząstępczymi, może modulować lokalne środowisko gojenia poprzez aktywację komórek progenitorowych i inicjację przebudowy kostnej. W konsekwencji może przyczyniać się do zwiększenia objętości oraz poprawy jakości nowo powstałej tkanki kostnej. Mechanizmy działania PRP zostały potwierdzone na poziomie komórkowym – już w trzeciej dobie od aplikacji obserwuje się intensyfikację proliferacji osteoblastów i fibroblastów, wzmożoną neowaskularyzację oraz przyspieszoną mineralizację struktury kostnej [23]. Procesy te stanowią podstawę wykorzystania PRP w implantologii oraz zabiegach sterowanej regeneracji kości (ang. *guided bone regeneration*, GBR), szczególnie w przypadkach znacznego zaniku wyrostka zębodołowego, wymagających augmentacji przed planowanym leczeniem implantologicznym [24].

Potencjał osteogeny PRP znajduje potwierdzenie w badaniach eksperymentalnych i klinicznych. Przykładowo, Daif (2012) wykazał, że bezpośrednia aplikacja PRP wzdłuż linii złamań żuchwy może wspierać proces gojenia poprzez przyspieszenie regeneracji tkanki kostnej [25]. Z kolei badania z 2007 roku porównujące zastosowanie przeszczepów komórek mononuklearnych szpiku kostnego zawierających populację CD34+ z preparatami PRP wykazały, że to właśnie PRP w większym stopniu stymuluje formowanie nowej kości zębodołowej, przewyższając skutecznością same komórki macierzyste. Wyniki te sugerują, że obecność czynników wzrostu zawartych w PRP może korzystnie modulować mikrośrodowisko osteogenezy [26].

Choć liczne badania wskazują na korzystny wpływ PRP na proces regeneracji kości, dane dostępne w piśmiennictwie są niejednoznaczne. W części prac porównawczych, w których koncentrat płytek krwi zestawiano z syntetycznymi alloplastami (takimi jak PerioGlass) oraz bioresorbowalnymi ksenograftami (np. Bio-Oss), nie wykazano istotnych różnic w zakresie osteointegracji ani jakości nowo powstałej tkanki kostnej [27]. Podobnie, badanie przeprowadzone przez Cabbara i wsp. nie potwierdziło wyższej skuteczności połączenia PRP z ksenomateriałem w odniesieniu do standardowych procedur augmentacyjnych [28]. Jednocześnie, inne doniesienia kliniczne wykazują statystycznie istotne zwiększenie gęstości tkanki kostnej w miejscach, w których zastosowano PRP, szczególnie przy dłuższych okresach obserwacji, obejmujących 1, 4 oraz 12 miesięcy. Wyniki te mogą świadczyć o pozytywnym wpływie PRP na tempo oraz jakość regeneracji kostnej w ujęciu długofalowym [29, 30].

Rozbieżności w wynikach mogą być konsekwencją licznych czynników zakłócających, takich jak brak standaryzacji protokołów przygotowania i aplikacji PRP, zróżnicowane właściwości fizykochemiczne biomateriałów stosowanych jako nośniki, a także zmienność technik chirurgicznych. Czynniki te istotnie utrudniają jednoznaczną ocenę skuteczności PRP w porównaniu z konwencjonalnymi metodami augmentacji kości.

Implantologia

Współczesna implantologia koncentruje się na optymalizacji wczesnych etapów osteointegracji, dążąc do uzyskania przewidywalnych i trwałych wyników leczenia. Jednym z obiecujących kierunków jest wykorzystanie autologicznego PRP jako biologicznego wsparcia procesów regeneracyjnych w obrębie tkanek otaczających implanty [18]. PRP zawiera wysokie stężenia czynników wzrostu, które mogą skutecznie wspomagać różnicowanie komórek osteoprogenitorowych, stymulować angiogenezę oraz inicjować przebudowę macierzy pozakomórkowej [18, 30]. Zastosowanie PRP, zarówno na powierzchni implantów, jak i w obrębie łoża kostnego, wykazuje potencjał w zakresie przyspieszenia gojenia, zwiększenia stabilności pierwotnej i wtórnej implantów oraz redukcji ryzyka powikłań zapalnych w fazie pozabiegowej. Dzięki jego właściwościom biologicznie aktywnym, PRP może korzystnie modulować mikrośrodowisko w miejscu implantacji, tworząc warunki sprzyjające skutecznej i trwałej integracji implantu z tkanką kostną [24].

W badaniach eksperymentalnych wykazano, że implanty pokryte PRP przed wszczepieniem charakteryzują się wyższym stopniem integracji z kością. Prace Anituy potwierdziły, że biologiczne pokrycie powierzchni implantu skutkuje bardziej dynamiczną odpowiedzią tkankową i sprzyja przyspieszonej mineralizacji [31]. Podobne obserwacje odnotowali badacze z University of Rome Tor Vergata, którzy w ramach klinicznych procedur rekonstrukcyjnych szczęki oraz regeneracji tkanek poekstrakcyjnych, zaobserwowali korzystny wpływ PRP na proces gojenia, a także wysoką tolerancję pacjentów na tego typu interwencje [32]. Dodatkowo, innowacyjne techniki zaproponowane przez Anand i wsp., polegające na aplikacji PRP na powierzchnię implantów w protokołach natychmiastowego obciążenia, sugerują możliwość poprawy wyników leczenia dzięki biologicznej stymulacji tkanek przy minimalizacji opóźnień w integracji struktur twardych i miękkich [33].

Z danych literaturowych wynika również, że PRP może korzystnie wpływać na wskaźniki gęstości kostnej oraz ograniczać utratę kości brzeżnej. Parametry mają kluczowe znaczenie dla długoterminowej stabilności i funkcjonalności implantu. Taschieri i wsp. zauważyli, że implanty umieszczane w świeżych zębodołach poekstrakcyjnych wykazują lepszą integrację tkanek miękkich, gdy zastosowano PRP, co może być efektem jego właściwości angiogennych oraz wpływu na ekspresję kolagenu i przebudowę macierzy zewnątrzkomórkowej [34].

Należy jednak zaznaczyć, że wyniki badań klinicznych pozostają niejednoznaczne. Doniesienia Casatiego i wsp. wskazały, że zastosowanie wyłącznie PRP w leczeniu defektów kości okołowszczepowej nie przyniosło istot-

nej poprawy w zakresie regeneracji tkanki kostnej [35]. Rozbieżności w wynikach badań można częściowo tłumaczyć brakiem standaryzacji procedur pozyskiwania i aktywacji PRP, zmiennością biologiczną pacjentów oraz różnicami w projektach badawczych.

Podniesienie dna zatoki szczękowej

Zabieg podniesienia dna zatoki szczękowej (*sinus lift*) stanowi istotny element przygotowania do implantacji w tylnym odcinku szczęki, gdzie dostępna wysokość wyrostka zębodołowego jest ograniczona. Zastosowanie PRP w tej procedurze ma na celu intensyfikację procesu angiogenezy i osteogenezy w miejscu przeszczepu. PRP, jako biologicznie aktywny nośnik czynników wzrostu, może wspierać przebudowę kostną i poprawiać wyniki leczenia zarówno pod względem jakości nowej kości, jak i przeżywalności implantów.

Zastosowanie PRP w połączeniu z materiałami kościozastępczymi, zwłaszcza β -trójfosforanem wapnia (β -TCP), oceniono jako umiarkowanie korzystne [36]. Niektóre badania wykazały, że dodatek PRP do β -TCP może skutkować około 8–10% zwiększeniem ilości nowo utworzonej kości w porównaniu z monoterapią β -TCP, bez wpływu na szybkość resorpcji biomateriału. Wyniki te wskazują na potencjalne synergistyczne działanie PRP i syntetycznych substytutów kostnych, jednak skuteczność tego podejścia zależy od wielu zmiennych, takich jak skład oraz metoda przygotowania koncentratu, jakość biomateriału i technika chirurgiczna [37, 38].

Warto również zauważyć, że nie wszystkie porównania PRP z innymi materiałami przeszczepowymi przyniosły pozytywne rezultaty. W kilku badaniach, w których PRP zestawiano z materiałami aloplastycznymi (np. PerioGlass) czy bioresorbowalnymi ksenograftami (takimi jak Bio-Oss), nie zaobserwowano istotnych różnic w zakresie jakości nowo utworzonej kości ani skuteczności osteointegracji. Takie rozbieżności w wynikach mogą być konsekwencją niejednorodnych metodologii, różnic w zastosowanych materiałach oraz braku standaryzacji w protokołach przygotowania PRP [37, 38].

Periodontologia oraz tkanki miękkie jamy ustnej

Autologiczne PRP stanowi istotne narzędzie wspomagające procesy regeneracyjne, ze szczególnym uwzględnieniem leczenia chorób przyzębia oraz odbudowy tkanek miękkich jamy ustnej. Jego potencjał terapeutyczny wynika z wysokiej koncentracji czynników wzrostu i bioaktywnych molekuł, które modulują lokalną odpowiedź zapalną, inicjują angiogenezę oraz stymulują proliferację komórek odgrywających kluczową rolę w procesie gojenia, w tym fibroblastów i keratynocytów [29, 37]. Mechanizmy te prowadzą do przyspieszenia regeneracji nabłonka i błony śluzowej, zwiększając przewidywalność klinicznych efektów zabiegów, takich jak leczenie recesji dziąseł, przeszczepy autogenne czy regeneracja pooperacyjna.

W periodontologii PRP stosowane jest jako wspomagający czynnik biologiczny w procedurach mających na celu odbudowę struktur przyzębia, w tym cementu korzeniowego, więzadeł zębnej i kości wyrostka zębodołowego [29].

Wykazuje zdolność stymulowania migracji i różnicowania komórek progenitorowych oraz przebudowy macierzy pozakomórkowej, wspierając integrację przeszczepów i odbudowę utraconego przyczepu. Udokumentowano również jego działanie sprzyjające tworzeniu skrzepu fibrynowego, co przekłada się na zwiększoną produkcję kolagenu oraz proliferację fibroblastów w obrębie rany [21].

Wyniki badań systematycznych wskazują, że zastosowanie PRP może poprawiać gojenie defektów przyzębnych, zwłaszcza gdy jest stosowane w połączeniu z materiałami przeszczepowymi. Analizy przeprowadzone przez Del Fabbro i wsp. wykazały, iż PRP może wywierać korzystny wpływ w leczeniu defektów wewnątrzkościowych, choć nie stwierdzono jednoznacznych korzyści w terapii recesji dziąseł [3]. Z kolei dwa kontrolowane badania kliniczne dowiodły, że połączenie PRP z materiałem kościostępczym daje lepsze efekty kliniczne niż stosowanie samego przeszczepu [39, 40].

W zakresie gojenia tkanek miękkich, w trzech z czterech analizowanych prac zaobserwowano istotne statystycznie przyspieszenie procesu regeneracji ($p < 0,05$), co potwierdzono w ocenie ran przeprowadzanej w odstępach 7–14 dni po zabiegu [29, 30, 37, 39]. Podobne wyniki uzyskali Gawai i wsp., wykazując znacząco lepsze efekty gojenia u pacjentów otrzymujących PRP w porównaniu z grupą kontrolną [41].

Wnioski

Osocze bogatopłytkowe stanowi obiecujące narzędzie wspomagające regenerację tkanek w chirurgii stomatologicznej, dzięki obecności licznych płytek krwi i czynników wzrostu, takich jak PDGF, TGF- β , VEGF czy EGF, które odgrywają kluczową rolę w angiogenezie, proliferacji komórkowej i przebudowie macierzy pozakomórkowej. Zastosowanie PRP obejmuje szeroki zakres procedur klinicznych, w tym leczenie zębodołów poekstrakcyjnych, augmentację kości, zabiegi podniesienia dna zatoki szczękowej, implantologię oraz zabiegi periodontologiczne.

W kontekście ekstrakcji zębów, PRP wykazuje potencjał w redukcji bólu, obrzęku i ryzyka powikłań, takich jak suchy zębodoł. Badania kliniczne wskazują na przyspieszenie regeneracji tkanek miękkich i poprawę parametrów radiologicznych, choć dane dotyczące regeneracji kostnej pozostają niejednoznaczne. W procedurach augmentacyjnych PRP może wspierać osteogenezę, zwłaszcza w połączeniu z materiałami kościostępczymi, choć skuteczność tej metody zależy od wielu czynników, takich jak jakość biomateriału, technika chirurgiczna oraz brak standaryzacji protokołów przygotowania PRP. Zastosowanie PRP w zabiegach podnoszenia dna zatoki szczękowej wykazuje umiarkowany potencjał w poprawie parametrów regeneracyjnych, jednak również tutaj wyniki badań są rozbieżne. W implantologii PRP może przyspieszać osteointegrację oraz poprawiać stabilność implantów, głównie dzięki właściwościom angiogennym i stymulacji regeneracji tkanek otaczających implant. Pomimo zachęcających danych eksperymentalnych, wyniki badań klinicznych są niespójne. W periodontologii PRP znajduje zastosowanie jako czynnik wspierający regene-

rację tkanek miękkich i struktur przyzębia. Wykazuje korzystny wpływ na gojenie ran, migrację komórek progenitorowych i odbudowę przyczepu łącznotkankowego, zwłaszcza w połączeniu z materiałami przeszczepowymi. Chociaż jego rola w regeneracji kostnej w chorobach przyzębia nie została jednoznacznie potwierdzona, jego wpływ na przyspieszenie gojenia tkanek miękkich jest dobrze udokumentowany.

Podsumowując, PRP stanowi wartościowe uzupełnienie zabiegów chirurgicznych w stomatologii, szczególnie w początkowych etapach gojenia. Jednak ze względu na brak jednoznacznych dowodów dotyczących jego skuteczności w regeneracji kostnej oraz wysoką zmienność wyników, konieczne są dalsze, dobrze zaprojektowane badania kliniczne oraz standaryzacja procedur jego przygotowania i aplikacji.

Piśmiennictwo

1. Marx RE. Platelet-rich plasma (PRP): what is PRP and what is not PRP? *Implant Dent*, 2001; 10(4): 225–228. doi: 10.1097/00008505-200110000-00002
2. Dohan Ehrenfest DM, Rasmusson L, Albrektsson T. Classification of platelet concentrates: from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF). *Trends Biotechnol*, 2009; 27(3): 158–167. doi: 10.1016/j.tibtech.2008.11.009
3. Del Fabbro M, Bortolin M, Taschieri S, Weinstein R. Is platelet concentrate advantageous for the surgical treatment of periodontal diseases? A systematic review and meta-analysis. *J Periodontol*, 2011; 82(8): 1100–1111. doi: 10.1902/jop.2010.100605
4. Anitua E, Andia I, Ardanza B, et al. Autologous platelets as a source of proteins for healing and tissue regeneration. *Thromb Haemost*, 2004; 91(1): 4–15. doi: 10.1160/TH03-07-0440
5. Koltai K, Kesmarky G, Feher G, et al. Platelet aggregometry testing: molecular mechanisms, techniques and clinical implications. *Int J Mol Sci*, 2017; 18(8): 1803. doi: 10.3390/ijms18081803
6. Barrientos S, Stojadinovic O, Golinko MS, et al. Growth factors and cytokines in wound healing. *Wound Repair Regen*, 2008; 16(5): 585–601. doi: 10.1111/j.1524-475X.2008.00410.x
7. Alissa R, Esposito M, Horner K, Oliver R. The influence of platelet-rich plasma on the healing of extraction sockets: an explorative randomised clinical trial. *Eur J Oral Implantol*, 2010; 3(2): 121–134
8. Yang D, Cheng J, Jing Z, Jin D. Platelet-derived growth factor (PDGF)-AA: a self-imposed cytokine in the proliferation of human fetal osteoblasts. *Cytokine*, 2000; 12(8): 1271–1274. doi: 10.1006/cyto.2000.0707
9. Cole BJ, Seroyer ST, Filardo G, et al. Platelet-rich plasma: where are we now and where are we going? *Sports Health*, 2010; 2(3): 203–210. doi: 10.1177/1941738110366385
10. Graziani F, Ivanovski S, Cei S, et al. The in vitro effect of different PRP concentrations on osteoblasts and fibroblasts. *Clin Oral Implants Res*, 2006; 17(2): 212–219. doi: 10.1111/j.1600-0501.2005.01203.x
11. Sánchez-González DJ, Méndez-Bolina E, Trejo-Bahena NI. Platelet-rich plasma peptides: key for regeneration. *Int J Pept*, 2012; 2012: 532519. doi: 10.1155/2012/532519
12. Landesberg R, Moses M, Karpatkin M. Risks of using platelet rich plasma gel. *J Oral Maxillofac Surg*, 1998; 56(9): 1116–1117. doi: 10.1016/s0278-2391(98)90286-5

13. Andia I, Abate M. Platelet-rich plasma: underlying biology and clinical correlates. *Regen Med*, 2013; 8(5): 645–658. doi: 10.2217/rme.13.59
14. Alves R, Grimalt R. A review of platelet-rich plasma: history, biology, mechanism of action, and classification. *Skin Appendage Disord*, 2018; 4(1): 18–24. doi: 10.1159/000477353
15. Croisé B, Paré A, Joly A, et al. Optimized centrifugation preparation of the platelet rich plasma: literature review. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg*, 2020; 121(2): 150–154. doi: 10.1016/j.jormas.2019.07.001
16. Woodell-May JE, Ridderman DN, Swift MJ, Higgins J. Producing accurate platelet counts for platelet rich plasma: validation of a hematology analyzer and preparation techniques for counting. *J Craniofac Surg*, 2005; 16(5): 749–756. doi: 10.1097/01.scs.0000180007.30115.fa
17. Antonello Gde M, Torres do Couto R, Giongo CC, et al. Evaluation of the effects of the use of platelet-rich plasma (PRP) on alveolar bone repair following extraction of impacted third molars: prospective study. *J Craniomaxillofac Surg*, 2013; 41(4): e70–e75. doi: 10.1016/j.jcms.2012.11.003
18. Arenaz-Búa J, Luaces-Rey R, Sironvalle-Soliva S, et al. A comparative study of platelet-rich plasma, hydroxyapatite, demineralized bone matrix and autologous bone to promote bone regeneration after mandibular impacted third molar extraction. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2010; 15(3): e483–e489. doi: 10.4317/medoral.15.e483
19. Gürbüzler B, Pıkdöken L, Urhan M, et al. Scintigraphic evaluation of early osteoblastic activity in extraction sockets treated with platelet-rich plasma. *J Oral Maxillofac Surg*, 2008; 66(12): 2454–2460. doi: 10.1016/j.joms.2008.03.006
20. Ogundipe OK, Ugboko VI, Owotade FJ. Can autologous platelet-rich plasma gel enhance healing after surgical extraction of mandibular third molars? *J Oral Maxillofac Surg*, 2011; 69(9): 2305–2310. doi: 10.1016/j.joms.2011.02.014
21. Rutkowski JL, Johnson DA, Radio NM, Fennell JW. Platelet rich plasma to facilitate wound healing following tooth extraction. *J Oral Implantol*, 2010; 36(1): 11–23. doi: 10.1563/AAID-JOI-09-00063
22. Albanese A, Licata ME, Polizzi B, Campisi G. Platelet-rich plasma (PRP) in dental and oral surgery: from the wound healing to bone regeneration. *Immun Ageing*, 2013; 10(1): 23. doi: 10.1186/1742-4933-10-23
23. Grassi FR, Ciccolella F, D'Apolito G, et al. Effect of low-level laser irradiation on osteoblast proliferation and bone formation. *J Biol Regul Homeost Agents*, 2011; 25(4): 603–614. Erratum in: *J Biol Regul Homeost Agents*, 2012; 26(1): 3 p following 163. Dipalma, M [corrected to Dipalma, G]
24. Carlson NE, Roach RB Jr. Platelet-rich plasma: clinical applications in dentistry. *J Am Dent Assoc*, 2002; 133(10): 1383–1386. doi: 10.14219/jada.archive.2002.0054
25. Daif ET. Effect of autologous platelet-rich plasma on bone regeneration in mandibular fractures. *Dent Traumatol*. 2013; 29(5): 399–403. doi: 10.1111/edt.12021
26. Wojtowicz A, Chaberek S, Urbanowska E, Ostrowski K. Comparison of efficiency of platelet rich plasma, hematopoietic stem cells and bone marrow in augmentation of mandibular bone defects. *N Y State Dent J*, 2007; 73(2): 41–45
27. Tomar N, Dahiya S, Sharma PK, et al. A Comparative clinical evaluation of effectiveness of platelet-rich plasma, synthetic allograft, and bioresorbable xenograft during immediate implant placement. *Cureus*, 2022; 14(12): e32121. doi: 10.7759/cureus.32121
28. Cabbar F, Güler N, Kürkcü M, et al. The effect of bovine bone graft with or without platelet-rich plasma on maxillary sinus floor augmentation. *J Oral Maxillofac Surg*, 2011; 69(10): 2537–2547. doi: 10.1016/j.joms.2011.03.040
29. Dutta SR, Singh P, Passi D, Patter P. Mandibular third molar extraction wound healing with and without platelet rich plasma: a comparative prospective study. *J Maxillofac Oral Surg*, 2015; 14(3): 808–815. doi: 10.1007/s12663-014-0738-1
30. ArRejaie A, Al-Harbi F, Alagl AS, Hassan KS. Platelet-rich plasma gel combined with bovine-derived xenograft for the treatment of dehiscence around immediately placed conventionally loaded dental implants in humans: cone beam computed tomography and three-dimensional image evaluation. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2016; 31(2): 431–438. doi: 10.11607/jomi.3859
31. Anitua EA. Enhancement of osseointegration by generating a dynamic implant surface. *J Oral Implantol*, 2006; 32(2): 72–76. doi: 10.1563/736.1
32. Gentile P, Bottini DJ, Spallone D, et al. Application of platelet-rich plasma in maxillofacial surgery: clinical evaluation. *J Craniofac Surg*, 2010; 21(3): 900–904. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181d878e9
33. Anand U, Mehta DS. Evaluation of immediately loaded dental implants bioactivated with platelet-rich plasma placed in the mandibular posterior region: A clinico-radiographic study. *J Indian Soc Periodontol*, 2012; 16(1): 89–95. doi: 10.4103/0972-124X.94612
34. Taschieri S, Lolato A, Ofer M, et al. Immediate post-extraction implants with or without pure platelet-rich plasma: a 5-year follow-up study. *Oral Maxillofac Surg*, 2017; 21(2): 147–157. doi: 10.1007/s10006-017-0609-2
35. Casati MZ, de Vasconcelos Gurgel BC, Gonçalves PF, et al. Platelet-rich plasma does not improve bone regeneration around peri-implant bone defects – a pilot study in dogs. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2007; 36(2): 132–136. doi: 10.1016/j.ijom.2006.06.004
36. Wiltfang J, Schlegel KA, Schultze-Mosgau S, et al. Sinus floor augmentation with beta-tricalcium phosphate (beta-TCP): does platelet-rich plasma promote its osseous integration and degradation? *Clin Oral Implants Res*, 2003; 14(2): 213–218. doi: 10.1034/j.1600-0501.2003.140212.x
37. Khairy NM, Shendy EE, Askar NA, El-Rouby DH. Effect of platelet rich plasma on bone regeneration in maxillary sinus augmentation (randomized clinical trial). *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2013; 42(2): 249–255. doi: 10.1016/j.ijom.2012.09.009
38. Poeschl PW, Ziya-Ghazvini F, Schicho K, et al. Application of platelet-rich plasma for enhanced bone regeneration in grafted sinus. *J Oral Maxillofac Surg*, 2012; 70(3): 657–664. doi: 10.1016/j.joms.2011.04.027
39. Menezes LM, Rao J. Long-term clinical evaluation of platelet-rich plasma in the treatment of human periodontal intraosseous defects: a comparative clinical trial. *Quintessence Int*, 2012; 43(7): 571–582
40. Saini N, Sikri P, Gupta H. Evaluation of the relative efficacy of autologous platelet-rich plasma in combination with β -tricalcium phosphate alloplast versus an alloplast alone in the treatment of human periodontal infrabony defects: a clinical and radiological study. *Indian J Dent Res*, 2011; 22(1): 107–115. doi: 10.4103/0970-9290.80008
41. Gawai KT, Sobhana CR. Clinical evaluation of use of platelet rich plasma in bone healing. *J Maxillofac Oral Surg*, 2015; 14(1): 67–80. doi: 10.1007/s12663-013-0605-5