
PENGARUH KECEPATAN DAN LAMA WAKTU SENTRIFUGASI DARAH TERHADAP JUMLAH TROMBOSIT PADA PROSES PEMBUATAN PLATELET RICH FIBRIN

Andries Pascawinata *, Andriansyah *, Refo Bismanevi **

*Bagian Bedah Mulut dan Maksilofasial, FKG Universitas Baiturrahmah

**Mahasiswa Program Profesi, FKG Universitas Baiturrahmah

e-mail: (andriaspascawinata@fkg.unbrah.co.id)

KATA KUNCI

Platelet Rich Fibrin,
kecepatan dan lama
sentrifugasi, trombosit

ABSTRAK

Pendahuluan: Salah satu teknik rekayasa jaringan yang sedang berkembang saat ini yaitu pemanfaatan *Platelet Rich Fibrin* (PRF) untuk perbaikan kerusakan pada jaringan lunak keras mulut. PRF kaya akan *growth factor*. Banyak penelitian menunjukkan perbedaan dalam proses pembuatan PRF terutama pada variabel kecepatan dan waktu sentrifugasi sehingga hasil pengujian klinis pun bervariasi antara berbagai penelitian. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan dan lama sentrifugasi terhadap jumlah trombosit. **Metode:** Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimental laboratoris. Sampel penelitian ini adalah darah tikus yang dimasukkan ke dalam *vacuum tube* yang disentrifugasi dengan lima variasi kecepatan dan waktu. Jumlah sampel yang digunakan adalah 25 sampel darah tikus untuk variabel kecepatan sentrifugasi dan 25 sampel darah tikus untuk variabel lama sentrifugasi dan kemudian dilakukan perhitungan jumlah trombosit yang terbentuk secara histologis. **Hasil:** Analisis statistik menggunakan uji parametrik *One-way Anova* pada kelompok kecepatan sentrifugasi diperoleh nilai sig $0,000 < 0,05$, hal ini berarti pada kelompok yang diuji, kecepatan sentrifugasi berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah trombosit. Begitu juga dengan hasil uji *One-way Anova* pada kelompok lama sentrifugasi diperoleh nilai sig $0,000 < 0,05$. **Simpulan:** Terdapat pengaruh kecepatan dan lama waktu sentrifugasi terhadap jumlah trombosit pada proses pembuatan *Platelet Rich Fibrin*

KEYWORDS

Platelet-Rich Fibrin,
centrifugation speed
and time, thrombocytes

ABSTRACT

Introduction: One of the most developed tissue engineering techniques to improve and spur the wound healing process in damage of soft and hard tissues of the oral cavity is the application of *Platelet-Rich Fibrin* (PRF). PRF contains many growth factors. Many studies have shown differences in the PRF preparation process especially in the variable speed and centrifugation time resulting in varied clinical trial results. **Purpose:** This study aims to find the effects of speed and time of centrifugation on the number of thrombocytes. **Methods:** In this experimental laboratory study, the samples were rat blood that was put into a vacuum tube centrifuged at different speeds and times. The sampling comprises 25 rat blood samples for the variable of the centrifugation speed and 25 rat blood samples for the centrifugation time, after which the number of histologically-formed thrombo-cytes was calculated. *One-way ANOVA* test was used for data analysis. **Results:** *One-way ANOVA* parametric test-assisted statistical analysis in

the centrifugation speed group obtained a sig value of 0.000 <0.05, suggesting that the centrifugation speed was significantly affected the number of thrombocytes. One-way ANOVA test in the centrifugation time group obtained a sig value of 0.000 <0.05, indicating that all tested groups significantly affected the number of thrombocytes. Conclusion: Speed and time of blood centrifugation affect the number of thrombocytes in the process of Platelet-Rich Fibrin preparation.

PENDAHULUAN

Ahli bedah mulut dan maksilofasial seringkali dihadapkan dengan suatu kelainan berupa defek akibat kerusakan jaringan lunak dan keras di rongga mulut. Penyebab kelainan tersebut dapat bervariasi mulai dari kongenital, kecelakaan, ataupun trauma pascaoperasi. Defek yang kecil umumnya mengalami penyembuhan baik namun defek yang besar menimbulkan kecacatan yang dapat mengganggu bentuk dan fungsi jaringan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut seperti rekayasa jaringan. Penerapan konsep rekayasa jaringan tersebut bukan hanya perlu dipandang sebagai konsep baru, namun juga sebagai langkah berkesinambungan dalam penelitian biomaterial untuk mendapatkan penyembuhan yang optimal.^{1,2,3}

Banyak peneliti berusaha meningkatkan dan mempercepat proses penyembuhan melalui inovasi rekayasa jaringan/ *tissue engineer-ing*, dengan pemberian faktor pertumbuhan individual, antara lain dengan menggunakan peptida, protein dan *growth factor*. Reka-yasa jaringan/ *tissue engineering* merupakan suatu bidang

interdisiplin yang menerapkan prinsip rekayasa dalam ilmu pengetahuan biologi (*biolife science*) ke arah pengembangan material biologis pengganti yang diharapkan akan berfungsi untuk memperbaiki, memelihara, atau meningkatkan suatu fungsi jaringan. Beberapa komponen dasar pada rekayasa jaringan adalah sel progenitor, sistem perancah (*scaffold*) sebagai matriks ekstraselular awal yang dibutuhkan untuk proliferasi, migrasi dan diferensiasi sel, serta faktor pertumbuhan (*growth factor*).^{1,4}

Salah satu teknik rekayasa jaringan yang sedang berkembang saat ini yaitu pemanfaatan *Platelet Rich Fibrin* (PRF). PRF dikembangkan pertama kali oleh seorang peneliti Perancis bernama Choukroun. *PRF clot* terbentuk oleh polimerisasi natural selama sentrifugasi darah. Matriks fibrin yang terbentuk akan melepaskan secara perlahan-lahan *growth factor* dan matriks *glycoprotein* ≥ 7 hari. Faktor pertumbuhan (*growth factor*) yang terdapat pada trombosit meliputi *Transforming Growth Factor-beta* (TGF- β), *Platelet Derived Growth Factor* (PDGF), *Insulin Growth Factor* (IGF), *Connective Tissue Growth Factor* (CTGF), *Epidermal*

Growth Factor (EGF), *Basic Fibroblast Growth Factor* (BFGF), *Vascular Endothelial Growth Factor* (VEGF). Selain itu kandungan leukosit pada PRF juga diketahui memiliki manfaat dalam proses penyembuhan.^{5,6,7}

Beberapa penelitian menunjukkan perbedaan protokol dalam proses pembuatan PRF baik dalam hal kecepatan maupun waktu sentrifugasi darah, meskipun pembuatan PRF merupakan protokol bebas dan mudah namun perbedaan protokol ini tentu saja dapat mempengaruhi kualitas dan efektivitas bahan tersebut dalam proses penyembuhan. Protokol pembuatan PRF menurut Choukroun adalah sentrifugasi dengan kecepatan 3000rpm dan lama waktu 12menit sementara penelitian Alzahrani *et al* (2017) melakukan pembuatan PRF dengan mensentrifugasi darah dengan kecepatan 3000rpm selama 10 menit. Marenzi *et al* (2015) melakukan pembuatan PRF dengan mensentrifugasi darah dengan kecepatan 2700rpm selama 12menit. Perbedaan protokol pembuatan PRF tentunya akan mengahsilkan komposisi biologis PRF yang berbeda sehingga pada akhirnya akan mempengaruhi keberhasilan klinis.^{3,4}

Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik untuk meneliti bagaimana pengaruh kecepatan dan lama waktu sentrifugasi darah terhadap jumlah trombosit pada

proses pembuatan PRF.

METODE

Jenis penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian eksperimental laboratoris. Besar sampel dihitung dengan rumus Federer dan diperoleh 25 sampel darah dari 5 ekor tikus untuk variasi kecepatan dan 25 sampel darah dari 5 ekor tikus untuk variasi waktu. Teknik pengambilan sampel adalah *simple random sampling*. Kriteria sampel terdiri dari kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi yaitu sampel darah yang diambil dari tikus sehat, jantan, berat badan 200-250gram dan umur tikus 2-3 bulan. Kriteria eksklusi mencakup sampel darah sudah terpapar udara lebih dari 2 menit. Variabel penelitian terdiri dari variabel dependen yaitu kecepatan sentrifugasi dan lama sentrifugasi. Variabel independen yaitu jumlah trombosit dan jumlah leukosit. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2019 - Desember 2020 di Laboratorium Farmasi Universitas Andalas untuk pengambilan darah, dan Laboratorium Patologi Anatomi Universitas Andalas untuk pembuatan dan pengamatan histologis.

Persiapan Hewan

Penelitian telah lolos kaji etik dari Komite Etika Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Andalas dengan No surat. 604/KEP/FK/2018. Pengambilan darah dilakukan dengan tikus dipegang dan dijepit bagian

tengkuk dengan jari tangan, dan tikus dikondisikan senyaman mungkin. Kemudian mikrohematokrit digoreskan pada *medial canthus* mata di bawah bola mata ke arah foramen optikus. Mikrohematokrit diputar sampai melukai plexus. Darah ditampung pada 5 *vacuum tube*, masing-masing berisi sebanyak 1ml. Setelah mendapatkan darah yang dibutuhkan, tutup mata tikus dengan kapas yang telah diberi aquades. *Vacuum tube* yang telah diisi darah segera dimasukkan ke dalam mesin sentrifugasi. Sampel dibagi menjadi 5 kelompok dengan variasi kecepatan yaitu kelompok A1, A2, A3, A4, A5 dan 5 kelompok dengan variasi lama waktu sentrifugasi yaitu kelompok B1, B2, B3, B4, B5. Penelitian telah lulus uji etik di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas Padang.

Persiapan PRF

Persiapan PRF dilakukan dengan memasukkan sampel darah ke dalam mesin sentrifugasi dan dilakukan pengaturan kecepatan dan waktu. Pada kelompok A merupakan kelompok dengan variasi kecepatan dan kelompok B merupakan kelompok dengan variasi waktu. Kelompok A terdiri dari kelompok A1 1500rpm, A2 2000rpm, A3 2500rpm, A4 3000rpm dan A5 3500rpm selama 10 menit. Kelompok B terdiri dari kelompok B1 10 menit, B2 11

menit, B3 12 menit, B4 13 menit, dan B5 14 menit dengan kecepatan pemutaran 3000-rpm. Setelah sampel darah disentrifugasi, diperoleh 3 lapisan, yaitu *Platelet Poor Plasma* (PPP) lapisan paling atas, *Platelet Rich Fibrin* (PRF) lapisan tengah, dan sel darah lapisan bawah. Bagian atas yang jernih dipisahkan kemudian diambil lapisan tengah yang merupakan PRF.

Persiapan Preparat Histologis

Pewarnaan preparat menggunakan Hematoksilin-Eosin dan kemudian ditutup menggunakan *cover glass*. Pengamatan sampel dilakukan 5 foto mikrograf pada area berbeda yang diambil secara acak dengan pembesaran 40x. Pada masing-masing bagian dihitung rata-rata jumlah trombosit secara keseluruhan.

Analisis Statistik

Data yang diperoleh dilakukan uji normalitas dan homogenitas dan dilakukan uji parametrik *One-way Anova* dengan nilai sig 0,05 dan selanjutnya dilakukan uji *Least Significance Difference (LSD)* apabila data yang diperoleh bermakna.

HASIL

Hasil penelitian menunjukkan terjadi perbedaan komposisi seluler dari *Platelet Rich Fibrin* yang dibuat dari darah hewan coba dengan berbagai variasi kecepatan sentrifugasi darah. Trombosit dapat terlihat dalam pemeriksaan pemeriksaan histopatologi PRF (Gambar1 dan 2). Hasil rerata jumlah trombosit tertinggi ditemukan pada kecepatan 1000rpm yaitu 185,16 dan

terendah pada kecepatan 3000rpm yaitu 35,72 (Tabel 1). Terlihat kecenderungan semakin tinggi kecepatan sentrifugasi darah, maka semakin sedikit jumlah trombosit. Hasil rerata jumlah trombosit tertinggi pada lama sentrifugasi darah 10 menit yaitu 44,36 dan terendah pada waktu 14 menit yaitu 17,88 (Tabel 2). Terlihat kecenderungan semakin lama waktu sentrifugasi darah maka semakin turun jumlah trombosit.

Tabel 1. Rerata kecepatan sentrifugasi darah terhadap jumlah trombosit

Kecepatan sentrifugasi	Rata-rata trombosit
1000 rpm	185.16
1500 rpm	130.28
2000 rpm	85.84
2500 rpm	68.32
3000 rpm	35.72

Tabel 2. Rerata lama sentrifugasi darah terhadap jumlah trombosit

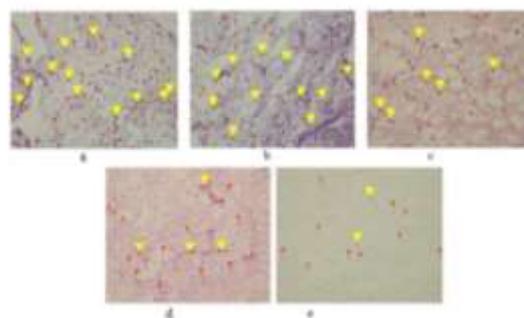
Lama sentrifugasi	Rata-rata trombosit
10 Menit	44.36
11 Menit	42.24
12 Menit	27.64
13 Menit	23.76
14 Menit	17.88

Tabel 3. Uji *One Way Anova* pengaruh kecepatan sentrifugasi darah terhadap jumlah trombosit pada proses pembuatan PRF

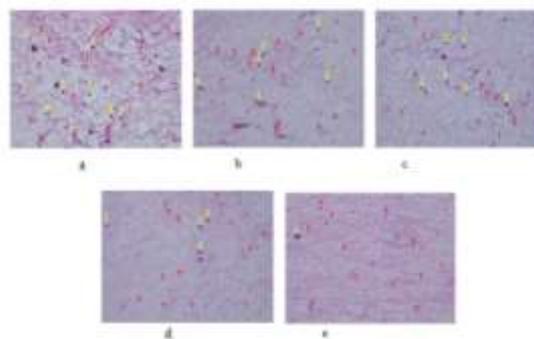
Variabel	Sig	Batas Sig
Lama sentrifugasi Trombosit	0,000	0,05*

Tabel 4. Uji *One Way Anova* pengaruh lama waktu sentrifugasi darah terhadap jumlah trombosit pada proses pembuatan PRF

Variabel	Sig	Batas Sig
Kecepatan sentrifugasi Trombosit	0,000	0,05*



Gambar 1. Gambaran histologis trombosit berdasarkan variasi kecepatan sentrifugasi darah, panah kuning menunjukkan leukosit, panah merah menunjukkan trombosit (perbesaran 40x) a. 1000 rpm, b. 1500 rpm, c. 2000 rpm, d. 2500 rpm, e. 3000 rpm



Gambar 2. Gambaran histologis trombosit berdasarkan variasi lama sentrifugasi darah, panah merah menunjukkan trombosit (perbesaran 40x) a. 10 menit, b. 11 menit, c. 12 menit, d. 13 menit, e. 14 menit.

Analisis statistik menggunakan uji parametrik *One-way Anova* pada kelompok kecepatan sentrifugasi diperoleh nilai sig $0,000 < 0,05$ (Tabel 3), hal ini berarti kelompok yang diuji berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah trombosit. Berdasarkan hipotesis penelitian maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti bahwa terdapat pengaruh kecepatan sentrifugasi darah terhadap jumlah trombosit dan leukosit pada proses pembuatan PRF. Uji

One-way Anova pada kelompok lama sentrifugasi diperoleh nilai sig $0,000 < 0,05$ (Tabel 4), hal ini berarti semua kelompok yang diuji berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah trombosit. Berdasarkan hipotesis penelitian maka H_0 ditolak dan H_a diterima yang berarti bahwa terdapat pengaruh lama waktu sentrifugasi darah terhadap jumlah trombosit pada proses pembuatan PRF. Uji *LSD* dilakukan untuk melihat perbedaan setiap kelompok dan terlihat perbedaan signifikan (sig $< 0,05$) pada kelompok kecepatan dan lama sentrifugasi terhadap pengukuran jumlah trombosit hampir pada setiap kelompok lama sentrifugasi.

PEMBAHASAN

Sentrifugasi adalah suatu proses pemisahan partikel zat terlarut dari pelarutnya berdasarkan perbedaan masa jenis dengan memberikan gaya sentrifugal. Gaya sentrifugal diperoleh dengan cara memutar campuran yang akan dipisahkan dengan suatu alat yang disebut dengan sentrifus. Gaya sentrifugal berbanding lurus dengan kecepatan dan lama pemutaran, semakin besar kecepatan pemutaran mesin sentrifus dan semakin lama waktu sentrifugasi maka semakin besar pula pemisahan tingkat senyawa-senyawa dalam campuran (koloid) berdasarkan massa jenisnya.⁵ Prinsip dasar sentrifugasi darah adalah pemisahan dua partikel dalam suspensi (sel, organel, atau molekul) yang memiliki massa dan densitas

berbeda, sehingga akan mengalami sedimentasi pada dasar tabung dengan laju yang berbeda. Substansi yang lebih berat akan berada di dasar, sedangkan substansi yang lebih ringan terletak di atas.⁶

Penurunan jumlah sel trombosit dan leukosit pada proses pembuatan PRF sejalan dengan kecepatan dan lama sentrifugasi sesuai dengan efek gerak sentrifugal pada larutan yang menyebabkan komponen larutan (darah) terpisah sesuai ukuran dan massa jenis. Sel-sel darah akan terkumpul di dasar tabung, sedangkan plasma akan berada di permukaan. Semakin tinggi kecepatan dan lama waktu mesin sentrifugasi maka semakin baik pemisahan sel dari plasma, hal ini menyebabkan PRF pada kecepatan tinggi relatif aseluler. PRF memiliki kerangka fibrin alami dengan faktor pertumbuhan di dalam yang dapat menjaga aktivitas mereka dalam waktu yang relatif lama dan merangsang regenerasi jaringan secara efektif.

Konsistensi *Platelet Rich Fibrin* dipengaruhi oleh kecepatan dan lama sentrifugasi, pada kecepatan rendah dan waktu yang lebih singkat, PRF terlihat lebih longgar, sedangkan dengan kecepatan tinggi dan waktu lama, PRF yang terbentuk lebih padat. Terdapat beberapa faktor yang dapat mengaktivasi fibrinogen menjadi fibrin antara lain adalah udara, permukaan kasar (luka), dan gesekan. Perputaran dari mesin sentrifugasi semakin cepat maka akan mengaktivasi fibrinogen menjadi fibrin lebih

banyak dikarenakan gesekan yang disebabkan oleh larutan darah dengan permukaan *tube*. Beberapa penelitian menunjukkan adanya perbedaan pendapat dari proses pembuatan PRF dengan variasi kecepatan putaran dan lama waktu sentrifugasi. Perbedaan proses pembuatan PRF pada berbagai penelitian menunjukkan belum diperoleh cara pembuatan yang paling efektif. Penelitian ini menunjukkan bahwa trombosit dan leukosit lebih banyak ditemukan pada proses sentrifugasi dengan kecepatan rendah dan waktu sentrifugasi yang singkat. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Bagdadi dkk (2016) dimana jumlah trombosit yang ditemukan pada A-PRF (1300rpm/ 14 menit, 208g) dan A-PRF+ (1300rpm/ 8 menit, 208g) lebih banyak dibandingkan PRF (2400rpm/ 12 menit, 708g). Bagdadi (2016) juga menemukan bahwa pengurangan RCF (*Relative Centrifugal Force*) juga berpengaruh terhadap jumlah trombosit yang dihasilkan pada pembuatan PRF.¹⁰

PRF kaya dengan sitokin dan *growth factor* yang dapat meningkatkan proliferasi dan differensiasi sel, meningkatkan angiogenesis, berperan sebagai matrix untuk pertumbuhan jaringan, meregulasi reaksi inflamasi dan antiinfeksi. Sitokin yang terkandung pada PRF yaitu meliputi *Transforming Growth Factor-beta* (TGF- β), *Platelet Derived Growth Factor* (PDGF), *Insulin Growth Factor* (IGF), *Connective Tissue Growth Factor* (CTGF), *Epidermal*

Growth Factor (EGF), *Basic Fibroblast Growth Factor* (BFGF), *Vascular Endothelial Growth Factor* (VEGF), Interleukin-1 β (IL-1 β), Interleukin-6 (IL-6), *Tumor Necrosis Factor- α* (TNF- α), Interleukin 4 (IL-4).^{7,8,9} Jumlah trombosit diduga kuat memiliki hubungan dengan jumlah *growth factor* yang terbentuk pada PRF.

Penelitian dengan topik *Platelet rich fibrin* terus berkembang hingga saat ini. Ghanaati dkk memperkenalkan “*low speed concept*” untuk sentrifugasi darah pada proses pembuatan PRF dimana dengan kecepatan sentrifugasi yang rendah memperlihatkan kandungan jumlah sel leukosit, trombosit dan *growth factor* yang lebih banyak dibandingkan PRF standar.¹⁰ Joseph Choukroun kemudian mengklasifikasikan pembuatan PRF dengan konsep kecepatan rendah tersebut, yaitu:

1. *A-PRF (advance-PRF)* = 1300rpm/14 menit
2. *A-PRF+ (advance-PRF+)* = 1300rpm/8 menit
3. *I-PRF (injectable-PRF)* = 700rpm/3 menit
4. *I-PRF M (injectable PRF Male)* = 700rpm/4 menit
5. *I-PRF+ (injectable PRF +)* = 700rpm/5 menit
6. *A-PRF L (injectable PRF liquid)* = 700rpm/3 menit

Pembuatan PRF yang tersedia bervariasi berdasarkan 3 variabel yaitu *Relative Centrifugation Force* (RCF), kecepatan

sentrifus, waktu sentrifus.¹¹ Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkuat teori sebelumnya sehingga diketahui proses yang efektif dalam pembuatan PRF. PRF yang kaya akan sel dan *growth factor* akan sangat membantu dalam aplikasi klinis terutama dalam penyembuhan luka pada pembedahan, meskipun demikian masih diperlukan penelitian lanjutan untuk meningkatkan pemahaman tentang PRF serta meningkatkan efektivitas bahan tersebut.

SIMPULAN

Terdapat pengaruh kecepatan dan lama waktu sentrifugasi terhadap jumlah trombosit pada proses pembuatan *Platelet Rich Fibrin*. Terlihat jumlah trombosit yang lebih banyak pada kecepatan sentrifugasi rendah dan lama sentrifugasi yang singkat. Pengaturan kecepatan dan lama waktu sentrifugasi dalam proses pembuatan PRF mempengaruhi kandungan PRF yang terbentuk. Diperlukan penelitian lanjutan untuk menentukan kecepatan dan lama waktu sentrifugasi yang efektif untuk pembuatan PRF dengan kandungan sel dan *growth factor* yang paling baik untuk mendukung penyembuhan jaringan.

REFERENSI

1. Langer R, Vacanti JP. Tissue engineering. Sci New Ser. 1993;260(5110):920–6.
2. El-ghannam A. Bone reconstruction : from bioceramics to tissue engineering. 2005;87–101.
3. Payne KFB, Balasundaram I, Deb S, Di Silvio L, Fan KFM. Tissue engineering technology and its possible applications in oral and maxillofacial surgery. Br J Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2014;52(1):7–15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bjoms.2013.03.005>
4. Olson JL, Atala A, Yoo JJ. Tissue Engineering: Current Strategies and Future Directions. Chonnam Med J. 2011;47(1):1–9.
5. Bastami F, Khojasteh A. Use of Leukocyte-and Platelet-Rich Fibrin for Bone Regeneration : A Systematic Review. 2016;1(12):47–68.
6. Dohan DM, Choukroun J, Diss A, Dohan SL, Dohan AJJ, Mouhyi J, et al. Platelet-rich fibrin (PRF) : A second-generation platelet concentrate . Part II : Platelet-related biologic features. 2006;
7. Chandran P, Sivadas A. Platelet-rich fibrin: Its role in periodontal regeneration. Saudi J Dent Res [Internet]. 2013;5(2):1–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ksujds.2013.09.001>
8. Dohan DM, Choukroun J, Diss A, Dohan SL, Dohan AJJ, Mouhyi J, et al. Platelet-rich fibrin (PRF) : A second-generation platelet concentrate . Part I : Technological concepts and evolution. Oral surg oral med oral pathol oral radiol endod. 2006;101(3):36–44.
9. Dragonas P, Katsaros T, Chambrone L, Schiavo JH. Effects of leukocyte – platelet- rich fibrin (L-PRF) in different intraoral bone grafting procedures : a systematic review. Int J Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2018; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.06.003>
10. Bagdadi K El, Kubesch A, Yu X, Maawi S Al, Dias A, A O, et al. Reduction of relative centrifugal forces increases growth factor release within solid platelet-rich-fibrin (PRF) -based matrices : a proof of concept of LSCC (low speed centrifugation concept). Eur J Trauma Emerg Surg. 2017;1–13.