

ANNEE: 2014

THESE N°: 80

**UTILISATION DU PLATELET-RICH FIBRIN
(PRF) EN CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE
A PROPOS DE 15 CAS**

THESE

Présentée et soutenue publiquement le :

PAR

Mlle. Laila EL OTMANI

Née le 30 Septembre 1987

Médecin Interne du CHU Ibn Sina Rabat

Pour l'Obtention du Doctorat en Médecine

MOTS CLES: PRF (Platelet-rich fibrin) – Thérapie cellulaire – Cicatrisation – Consolidation.

JURY

Mr. M. S. BERRADA

Professeur de Traumatologie Orthopédie

Mr. F. ISMAEL

Professeur de Traumatologie Orthopédie

Mr. M. MAHFOUD

Professeur de Traumatologie Orthopédie

Mr. A. EL BARDOUNI

Professeur de Traumatologie Orthopédie

Mr. M. KHARMAZ

Professeur de Traumatologie Orthopédie

PRESIDENT

RAPPORTEUR

JUGES

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا
إنك أنت العليم الحكيم

سورة البقرة: الآية: 31

صَدَقَ اللَّهُ الْعَظِيمُ



UNIVERSITE MOHAMMED V- SOUISSI
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE - RABAT

DOYENS HONORAIRES :

1962 – 1969 : Professeur Abdelmalek FARAJ
1969 – 1974 : Professeur Abdellatif BERBICH
1974 – 1981 : Professeur Bachir LAZRAK
1981 – 1989 : Professeur Taieb CHKILI
1989 – 1997 : Professeur Mohamed Tahar ALAOUI
1997 – 2003 : Professeur Abdelmajid BELMAHI
2003 – 2013 : Professeur Najia HAJJAJ - HASSOUNI

ADMINISTRATION :

Doyen : Professeur Mohamed ADNIAOUI
Vice Doyen chargé des Affaires Académiques et étudiantes
Professeur Mohammed AHALLAT
Vice Doyen chargé de la Recherche et de la Coopération
Professeur Taoufiq DAKKA
Vice Doyen chargé des Affaires Spécifiques à la Pharmacie
Professeur Jamal TAOUFIK
Secrétaire Général : Mr. El Hassane AHALLAT

**1- ENSEIGNANTS-CHERCHEURS MEDECINS
ET
PHARMACIENS**

PROFESSEURS :

Mai et Octobre 1981

Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajih
Pr. TAOBANE Hamid*

Chirurgie Cardio-Vasculaire
Chirurgie Thoracique

Mai et Novembre 1982

Pr. BENOSMAN Abdellatif

Chirurgie Thoracique

Novembre 1983

Pr. HAJJAJ Najia ép. HASSOUNI

Rhumatologie

Décembre 1984

Pr. MAAOUNI Abdelaziz
Pr. MAAZOUZI Ahmed Wajdi
Pr. SETTAF Abdellatif

Médecine Interne
Anesthésie -Réanimation
Chirurgie

Novembre et Décembre 1985

Pr. BENJELLOUN Halima
Pr. BENSaid Younes
Pr. EL ALAOUI Faris Moulay El Mostafa
Janvier, Février et Décembre 1987
Pr. AJANA Ali
Pr. CHAHED OUZZANI Houria
Pr. EL YAACOUBI Moradh

Cardiologie
Pathologie Chirurgicale
Neurologie

Radiologie
Gastro-Entérologie
Traumatologie Orthopédie



Pr. ESSAID EL FEYDI Abdellah
Pr. LACHKAR Hassan
Pr. YAHYAOUÏ Mohamed

Décembre 1988

Pr. BENHAMAMOUCH Mohamed Najib
Pr. DAFIRI Rachida
Pr. HERMAS Mohamed

Décembre 1989 Janvier et Novembre 1990

Pr. ADNAOUI Mohamed
Pr. BOUKILI MAKHOUKHI Abdelali*
Pr. CHAD Bouziane
Pr. CHKOFF Rachid
Pr. HACHIM Mohammed*
Pr. KHARBACH Aïcha
Pr. MANSOURI Fatima
Pr. OUAZZANI Taïbi Mohamed Réda
Pr. TAZI Saoud Anas
Février Avril Juillet et Décembre 1991
Pr. AL HAMANY Zaïtounia
Pr. AZZOUZI Abderrahim
Pr. BAYAHIA Rabéa
Pr. BELKOUCHI Abdelkader
Pr. BENABDELLAH Chahrazad
Pr. BENCHEKROUN Belabbes Abdellatif
Pr. BENSOUÏA Yahia
Pr. BERRAHO Amina
Pr. BEZZAD Rachid
Pr. CHABRAOUI Layachi
Pr. CHERRAH Yahia
Pr. CHOKAIRI Omar
Pr. JANATI Idrissi Mohamed*
Pr. KHATTAB Mohamed
Pr. SOULAYMANI Rachida
Pr. TAOUFIK Jamal

Décembre 1992

Pr. AHALLAT Mohamed
Pr. BENSOUÏA Adil
Pr. BOUJIDA Mohamed Najib
Pr. CHAHED OUAZZANI Laaziza
Pr. CHRAÏBI Chafiq
Pr. DAOUDI Rajae
Pr. DEHAYNI Mohamed*
Pr. EL OUAHABI Abdessamad
Pr. FELLAT Rokaya
Pr. GHAFIR Driss*
Pr. JIDDANE Mohamed
Pr. OUAZZANI Taïbi Med Charaf Eddine

Gastro-Entérologie
Médecine Interne
Neurologie

Chirurgie Pédiatrique
Radiologie
Traumatologie Orthopédie

Médecine Interne
Cardiologie
Pathologie Chirurgicale
Pathologie Chirurgicale
Médecine-Interne
Gynécologie -Obstétrique
Anatomie-Pathologique
Neurologie
Anesthésie Réanimation

Anatomie-Pathologique
Anesthésie Réanimation
Néphrologie
Chirurgie Générale
Hématologie
Chirurgie Générale
Pharmacie galénique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Biochimie et Chimie
Pharmacologie
Histologie Embryologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Pharmacologie
Chimie thérapeutique

Chirurgie Générale
Anesthésie Réanimation
Radiologie
Gastro-Entérologie
Gynécologie Obstétrique
Ophtalmologie
Gynécologie Obstétrique
Neurochirurgie
Cardiologie
Médecine Interne
Anatomie
Gynécologie Obstétrique



Pr. TAGHY Ahmed
Pr. ZOUHDI Mimoun

Mars 1994

Pr. BENJAAFAR Nouredine
Pr. BEN RAIS Nozha
Pr. CAOUI Malika
Pr. CHRAIBI Abdelmjid
Pr. EL AMRANI Sabah
Pr. EL AOUD Rajae
Pr. EL BARDOUNI Ahmed
Pr. EL HASSANI My Rachid
Pr. ERROUGANI Abdelkader
Pr. ESSAKALI Malika
Pr. ETTAYEBI Fouad
Pr. HADRI Larbi*
Pr. HASSAM Badredine
Pr. IFRINE Lahssan
Pr. JELTHI Ahmed
Pr. MAHFOUD Mustapha
Pr. MOUDENE Ahmed*
Pr. RHRAB Brahim
Pr. SENOUCI Karima

Mars 1994

Pr. ABBAR Mohamed*
Pr. ABDELHAK M'barek
Pr. BELAIDI Halima
Pr. BRAHMI Rida Slimane
Pr. BENTAHILA Abdelali
Pr. BENYAHIA Mohammed Ali
Pr. BERRADA Mohamed Saleh
Pr. CHAMI Ilham
Pr. CHERKAOUI Lalla Ouafae
Pr. EL ABBADI Najia
Pr. HANINE Ahmed*
Pr. JALIL Abdelouahed
Pr. LAKHDAR Amina
Pr. MOUANE Nezha

Mars 1995

Pr. ABOUQUAL Redouane
Pr. AMRAOUI Mohamed
Pr. BAIDADA Abdelaziz
Pr. BARGACH Samir
Pr. CHAARI Jilali*
Pr. DIMOU M'barek*
Pr. DRISSI KAMILI Med Nordine*
Pr. EL MESNAOUI Abbes

Chirurgie Générale
Microbiologie

Radiothérapie
Biophysique
Biophysique
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Gynécologie Obstétrique
Immunologie
Traumato-Orthopédie
Radiologie
Chirurgie Générale
Immunologie
Chirurgie Pédiatrique
Médecine Interne
Dermatologie
Chirurgie Générale
Anatomie Pathologique
Traumatologie – Orthopédie
Traumatologie- Orthopédie
Gynécologie –Obstétrique
Dermatologie

Urologie
Chirurgie – Pédiatrique
Neurologie
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie
Gynécologie – Obstétrique
Traumatologie – Orthopédie
Radiologie
Ophtalmologie
Neurochirurgie
Radiologie
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Pédiatrie

Réanimation Médicale
Chirurgie Générale
Gynécologie Obstétrique
Gynécologie Obstétrique
Médecine Interne
Anesthésie Réanimation
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale



Pr. ESSAKALI HOUSSYNI Leila
Pr. HDA Abdelhamid*
Pr. IBEN ATTYA ANDALOUSSI Ahmed
Pr. MANSOURI Aziz*
Pr. OUAZZANI CHAHDI Bahia
Pr. SEFIANI Abdelaziz
Pr. ZEGGWAGH Amine Ali

Décembre 1996

Pr. AMIL Touriya*
Pr. BELKACEM Rachid
Pr. BOULANOUAR Abdelkrim
Pr. EL ALAMI EL FARICHA EL Hassan
Pr. GAOUZI Ahmed
Pr. MAHFOUDI M'barek*
Pr. MOHAMMADI Mohamed
Pr. OUADGHIRI Mohamed
Pr. OUZEDDOUN Naima
Pr. ZBIR EL Mehdi*

Novembre 1997

Pr. ALAMI Mohamed Hassan
Pr. BEN SLIMANE Lounis
Pr. BIROUK Nazha
Pr. CHAOUIR Souad*
Pr. ERREIMI Naima
Pr. FELLAT Nadia
Pr. GUEDDARI Fatima Zohra
Pr. HAIMEUR Charki*
Pr. KADDOURI Nouredine
Pr. KOUTANI Abdellatif
Pr. LAHLOU Mohamed Khalid
Pr. MAHRAOUI CHAFIQ
Pr. OUAHABI Hamid*
Pr. TAOUFIQ Jallal
Pr. YOUSFI MALKI Mounia

Novembre 1998

Pr. AFIFI RAJAA
Pr. BENOMAR ALI
Pr. BOUGTAB Abdesslam
Pr. ER RIHANI Hassan
Pr. EZZAITOUNI Fatima
Pr. LAZRAK Khalid *
Pr. BENKIRANE Majid*
Pr. KHATOURI ALI*
Pr. LABRAIMI Ahmed*

Oto-Rhino-Laryngologie
Cardiologie
Urologie
Radiothérapie
Ophtalmologie
Génétique
Réanimation Médicale

Radiologie
Chirurgie Pédiatrie
Ophtalmologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Radiologie
Médecine Interne
Traumatologie-Orthopédie
Néphrologie
Cardiologie

Gynécologie-Obstétrique
Urologie
Neurologie
Radiologie
Pédiatrie
Cardiologie
Radiologie
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Pédiatrique
Urologie
Chirurgie Générale
Pédiatrie
Neurologie
Psychiatrie
Gynécologie Obstétrique

Gastro-Entérologie
Neurologie
Chirurgie Générale
Oncologie Médicale
Néphrologie
Traumatologie Orthopédie
Hématologie
Cardiologie
Anatomie Pathologique

Janvier 2000

Pr. ABID Ahmed*
Pr. AIT OUMAR Hassan
Pr. BENJELLOUN Dakhama Badr.Sououd

Pneumophtisiologie
Pédiatrie
Pédiatrie



Pr. BOURKADI Jamal-Eddine
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Al Montacer
Pr. ECHARRAB El Mahjoub
Pr. EL FTOUH Mustapha
Pr. EL MOSTARCHID Brahim*
Pr. EL OTMANY Azzedine
Pr. ISMAILI Mohamed Hatim
Pr. ISMAILI Hassane*
Pr. KRAMI Hayat Ennoufouss
Pr. MAHMOUDI Abdelkrim*
Pr. TACHINANTE Rajae
Pr. TAZI MEZALEK Zoubida

Pneumo-phtisiologie
Chirurgie Générale
Chirurgie Générale
Pneumo-phtisiologie
Neurochirurgie
Chirurgie Générale
Anesthésie-Réanimation
Traumatologie Orthopédie
Gastro-Entérologie
Anesthésie-Réanimation
Anesthésie-Réanimation
Médecine Interne

Novembre 2000

Pr. AIDI Saadia
Pr. AIT OURHROUI Mohamed
Pr. AJANA Fatima Zohra
Pr. BENAMR Said
Pr. CHERTI Mohammed
Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Selma
Pr. EL HASSANI Amine
Pr. EL KHADER Khalid
Pr. EL MAGHRAOUI Abdellah*
Pr. GHARBI Mohamed El Hassan
Pr. HSSAIDA Rachid*
Pr. LAHLOU Abdou
Pr. MAFTAH Mohamed*
Pr. MAHASSINI Najat
Pr. MDAGHRI ALAOUI Asmae
Pr. NASSIH Mohamed*
Pr. ROUIMI Abdelhadi*

Neurologie
Dermatologie
Gastro-Entérologie
Chirurgie Générale
Cardiologie
Anesthésie-Réanimation
Pédiatrie
Urologie
Rhumatologie
Endocrinologie et Maladies Métaboliques
Anesthésie-Réanimation
Traumatologie Orthopédie
Neurochirurgie
Anatomie Pathologique
Pédiatrie
Stomatologie Et Chirurgie Maxillo-Faciale
Neurologie

Décembre 2000

Pr. ZOHAIR ABDELAH*

ORL

Décembre 2001

Pr. ABABOU Adil
Pr. BALKHI Hicham*
Pr. BELMEKKI Mohammed
Pr. BENABDELJLIL Maria
Pr. BENAMAR Loubna
Pr. BENAMOR Jouda
Pr. BENELBARHDADI Imane
Pr. BENNANI Rajae

Anesthésie-Réanimation
Anesthésie-Réanimation
Ophtalmologie
Neurologie
Néphrologie
Pneumo-phtisiologie
Gastro-Entérologie
Cardiologie

Pr. BENOUACHANE Thami
 Pr. BENYOUSSEF Khalil
 Pr. BERRADA Rachid
 Pr. BEZZA Ahmed*
 Pr. BOUCHIKHI IDRISSE Med Larbi
 Pr. BOUMDIN El Hassane*
 Pr. CHAT Latifa
 Pr. DAALI Mustapha*
 Pr. DRISSI Sidi Mourad*
 Pr. EL HIJRI Ahmed
 Pr. EL MAAQILI Moulay Rachid
 Pr. EL MADHI Tarik
 Pr. EL MOUSSAIF Hamid
 Pr. EL OUNANI Mohamed
 Pr. ETTAIR Said
 Pr. GAZZAZ Miloudi*
 Pr. GOURINDA Hassan
 Pr. HRORA Abdelmalek
 Pr. KABBAJ Saad
 Pr. KABIRI EL Hassane*
 Pr. LAMRANI Moulay Omar
 Pr. LEKEHAL Brahim
 Pr. MAHASSIN Fattouma*
 Pr. MEDARHRI Jalil
 Pr. MIKDAME Mohammed*
 Pr. MOHSINE Raouf
 Pr. NOUINI Yassine
 Pr. SABBAH Farid
 Pr. SEFIANI Yasser
 Pr. TAOUFIQ BENCHEKROUN Soumia

Décembre 2002

Pr. AL BOUZIDI Abderrahmane*
 Pr. AMEUR Ahmed *
 Pr. AMRI Rachida
 Pr. AOURARH Aziz*
 Pr. BAMOU Youssef *
 Pr. BELMEJDOUB Ghizlene*
 Pr. BENZEKRI Laila
 Pr. BENZZOUBEIR Nadia
 Pr. BERNOUSSI Zakiya
 Pr. BICHA Mohamed Zakariya*
 Pr. CHOHO Abdelkrim *
 Pr. CHKIRATE Bouchra
 Pr. EL ALAMI EL FELLOUS Sidi Zouhair
 Pr. EL BARNOUSSI Leila
 Pr. EL HAOURI Mohamed *
 Pr. EL MANSARI Omar*

Pédiatrie
 Dermatologie
 Gynécologie Obstétrique
 Rhumatologie
 Anatomie
 Radiologie
 Radiologie
 Chirurgie Générale
 Radiologie
 Anesthésie-Réanimation
 Neuro-Chirurgie
 Chirurgie-Pédiatrique
 Ophtalmologie
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Neuro-Chirurgie
 Chirurgie-Pédiatrique
 Chirurgie Générale
 Anesthésie-Réanimation
 Chirurgie Thoracique
 Traumatologie Orthopédie
 Chirurgie Vasculaire Périphérique
 Médecine Interne
 Chirurgie Générale
 Hématologie Clinique
 Chirurgie Générale
 Urologie
 Chirurgie Générale
 Chirurgie Vasculaire Périphérique
 Pédiatrie



Anatomie Pathologique
 Urologie
 Cardiologie
 Gastro-Entérologie
 Biochimie-Chimie
 Endocrinologie et Maladies Métaboliques
 Dermatologie
 Gastro-Entérologie
 Anatomie Pathologique
 Psychiatrie
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Chirurgie Pédiatrique
 Gynécologie Obstétrique
 Dermatologie
 Chirurgie Générale

Pr. ES-SADEL Abdelhamid
 Pr. FILALI ADIB Abdelhai
 Pr. HADDOUR Leila
 Pr. HAJJI Zakia
 Pr. IKEN Ali
 Pr. ISMAEL Farid
 Pr. JAAFAR Abdeloihab*
 Pr. KRIOUILE Yamina
 Pr. LAGHMARI Mina
 Pr. MABROUK Hfid*
 Pr. MOUSSAOUI RAHALI Driss*
 Pr. MOUSTAGHFIR Abdelhamid*
 Pr. NAITLHO Abdelhamid*
 Pr. OUJILAL Abdelilah
 Pr. RACHID Khalid *
 Pr. RAISS Mohamed
 Pr. RGUIBI IDRISSE Sidi Mustapha*
 Pr. RHOU Hakima
 Pr. SIAH Samir *
 Pr. THIMOU Amal
 Pr. ZENTAR Aziz*

Janvier 2004

Pr. ABDELLAH El Hassan
 Pr. AMRANI Mariam
 Pr. BENBOUZID Mohammed Anas
 Pr. BENKIRANE Ahmed*
 Pr. BOUGHALEM Mohamed*
 Pr. BOULAADAS Malik
 Pr. BOURAZZA Ahmed*
 Pr. CHAGAR Belkacem*
 Pr. CHERRADI Nadia
 Pr. EL FENNI Jamal*
 Pr. EL HANCHI ZAKI
 Pr. EL KHORASSANI Mohamed
 Pr. EL YOUNASSI Badreddine*
 Pr. HACHI Hafid
 Pr. JABOUIRIK Fatima
 Pr. KHABOUZE Samira
 Pr. KHARMAZ Mohamed
 Pr. LEZREK Mohammed*
 Pr. MOUGHIL Said
 Pr. TARIB Abdelilah*
 Pr. TIJAMI Fouad
 Pr. ZARZUR Jamila

Chirurgie Générale
 Gynécologie Obstétrique
 Cardiologie
 Ophtalmologie
 Urologie
 Traumatologie Orthopédie
 Traumatologie Orthopédie
 Pédiatrie
 Ophtalmologie
 Traumatologie Orthopédie
 Gynécologie Obstétrique
 Cardiologie
 Médecine Interne
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Traumatologie Orthopédie
 Chirurgie Générale
 Pneumophtisiologie
 Néphrologie
 Anesthésie Réanimation
 Pédiatrie
 Chirurgie Générale

Ophtalmologie
 Anatomie Pathologique
 Oto-Rhino-Laryngologie
 Gastro-Entérologie
 Anesthésie Réanimation
 Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale
 Neurologie
 Traumatologie Orthopédie
 Anatomie Pathologique
 Radiologie
 Gynécologie Obstétrique
 Pédiatrie
 Cardiologie
 Chirurgie Générale
 Pédiatrie
 Gynécologie Obstétrique
 Traumatologie Orthopédie
 Urologie
 Chirurgie Cardio-Vasculaire
 Pharmacie Clinique
 Chirurgie Générale
 Cardiologie



Janvier 2005

Pr. ABBASSI Abdellah
Pr. AL KANDRY Sif Eddine*
Pr. ALAOUI Ahmed Essaid
Pr. ALLALI Fadoua
Pr. AMAZOUZI Abdellah
Pr. AZIZ Nouredine*
Pr. BAHIRI Rachid
Pr. BARKAT Amina
Pr. BENHALIMA Hanane
Pr. BENYASS Aatif
Pr. BERNOUSSI Abdelghani
Pr. CHARIF CHEFCHAOUNI Mohamed
Pr. DOUDOUH Abderrahim*
Pr. EL HAMZAOUI Sakina*
Pr. HAJJI Leila
Pr. HESSISSEN Leila
Pr. JIDAL Mohamed*
Pr. LAAROUSSI Mohamed
Pr. LYAGOUBI Mohammed
Pr. NIAMANE Radouane*
Pr. RAGALA Abdelhak
Pr. SBIHI Souad
Pr. ZERAIDI Najia

Décembre 2005

Pr. CHANI Mohamed

Avril 2006

Pr. ACHEMLAL Lahsen*
Pr. AKJOUJ Said*
Pr. BELMEKKI Abdelkader*
Pr. BENCHEIKH Razika
Pr. BIYI Abdelhamid*
Pr. BOUHAFS Mohamed El Amine
Pr. BOULAHYA Abdellatif*
Pr. CHENGUETI ANSARI Anas
Pr. DOGHMI Nawal
Pr. ESSAMRI Wafaa
Pr. FELLAT Ibtissam
Pr. FAROUDY Mamoun
Pr. GHADOUANE Mohammed*
Pr. HARMOUCHE Hicham
Pr. HANAFI Sidi Mohamed*
Pr. IDRIS LAHLOU Amine*
Pr. JROUNDI Laila
Pr. KARMOUNI Tariq
Pr. KILI Amina
Pr. KISRA Hassan
Pr. KISRA Mounir
Pr. LAATIRIS Abdelkader*
Pr. LMIMOUNI Badreddine*
Pr. MANSOURI Hamid*
Pr. OUANASS Abderrazzak
Pr. SAFI Soumaya*

Chirurgie Réparatrice et Plastique
Chirurgie Générale
Microbiologie
Rhumatologie
Ophtalmologie
Radiologie
Rhumatologie
Pédiatrie
Stomatologie et Chirurgie Maxillo Faciale
Cardiologie
Ophtalmologie
Ophtalmologie
Biophysique
Microbiologie
Cardiologie
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie Cardio-vasculaire
Parasitologie
Rhumatologie
Gynécologie Obstétrique
Histo-Embryologie Cytogénétique
Gynécologie Obstétrique

(mise en disposition)



Anesthésie Réanimation

Rhumatologie
Radiologie
Hématologie
O.R.L
Biophysique
Chirurgie - Pédiatrique
Chirurgie Cardio – Vasculaire
Gynécologie Obstétrique
Cardiologie
Gastro-entérologie
Cardiologie
Anesthésie Réanimation
Urologie
Médecine Interne
Anesthésie Réanimation
Microbiologie
Radiologie
Urologie
Pédiatrie
Psychiatrie
Chirurgie – Pédiatrique
Pharmacie Galénique
Parasitologie
Radiothérapie
Psychiatrie
Endocrinologie

Pr. SEKKAT Fatima Zahra
Pr. SOUALHI Mouna
Pr. TELLAL Saida*
Pr. ZAHRAOUI Rachida

Octobre 2007

Pr. ABIDI Khalid
Pr. ACHACHI Leila
Pr. ACHOUR Abdessamad*
Pr. AIT HOUSSA Mahdi*
Pr. AMHAJJI Larbi*
Pr. AMMAR Haddou*
Pr. AOUI Sarra
Pr. BAITE Abdelouahed*
Pr. BALOUCH Lhousaine*
Pr. BENZIANE Hamid*
Pr. BOUTIMZIANE Nouridine
Pr. CHARKAOUI Naoual*
Pr. EHIRCHIOU Abdelkader*
Pr. ELABSI Mohamed
Pr. EL BEKKALI Youssef*
Pr. EL MOUSSAOUI Rachid
Pr. EL OMARI Fatima
Pr. GANA Rachid
Pr. GHARIB Nouredine
Pr. HADADI Khalid*
Pr. ICHOU Mohamed*
Pr. ISMAILI Nadia
Pr. KEBDANI Tayeb
Pr. LALAOUI SALIM Jaafar*
Pr. LOUZI Lhoussain*
Pr. MADANI Naoufel
Pr. MAHI Mohamed*
Pr. MARC Karima
Pr. MASRAR Azlarab
Pr. MOUSSAOUI Abdelmajid
Pr. MOUTAJ Redouane *
Pr. MRABET Mustapha*
Pr. MRANI Saad*
Pr. OUZZIF Ez zohra*
Pr. RABHI Moncef*
Pr. RADOUANE Bouchaib*
Pr. SEFFAR Myriame
Pr. SEKHSOKH Yessine*
Pr. SIFAT Hassan*
Pr. TABERKANET Mustafa*
Pr. TACHFOUTI Samira
Pr. TAJDINE Mohammed Tariq*
Pr. TANANE Mansour*

Psychiatrie
Pneumo – Phtisiologie
Biochimie
Pneumo – Phtisiologie

Réanimation médicale
Pneumo phtisiologie
Chirurgie générale
Chirurgie cardio vasculaire
Traumatologie orthopédie
ORL
Parasitologie
Anesthésie réanimation
Biochimie-chimie
Pharmacie clinique
Ophtalmologie
Pharmacie galénique
Chirurgie générale
Chirurgie générale
Chirurgie cardio vasculaire
Anesthésie réanimation
Psychiatrie
Neuro chirurgie
Chirurgie plastique et réparatrice
Radiothérapie
Oncologie médicale
Dermatologie
Radiothérapie
Anesthésie réanimation
Microbiologie
Réanimation médicale
Radiologie
Pneumo phtisiologie
Hématologique
Anesthésier réanimation
Parasitologie
Médecine préventive santé publique et hygiène
Virologie
Biochimie-chimie
Médecine interne
Radiologie
Microbiologie
Microbiologie
Radiothérapie
Chirurgie vasculaire périphérique
Ophtalmologie
Chirurgie générale
Traumatologie orthopédie



Pr. TLIGUI Houssain
Pr. TOUATI Zakia

Décembre 2007

Pr. DOUHAL ABDERRAHMAN

Décembre 2008

Pr ZOUBIR Mohamed*
Pr TAHIRI My El Hassan*

Mars 2009

Pr. ABOUZAHIR Ali*
Pr. AGDR Aomar*
Pr. AIT ALI Abdelmounaim*
Pr. AIT BENHADDOU El hachmia
Pr. AKHADDAR Ali*
Pr. ALLALI Nazik
Pr. AMAHZOUNE Brahim*
Pr. AMINE Bouchra
Pr. ARKHA Yassir
Pr. AZENDOUR Hicham*
Pr. BELYAMANI Lahcen*
Pr. BIJOU Younes
Pr. BOUHSAIN Sanae*
Pr. BOUI Mohammed*
Pr. BOUNAIM Ahmed*
Pr. BOUSSOUGA Mostapha*
Pr. CHAKOUR Mohammed *
Pr. CHTATA Hassan Toufik*
Pr. DOGHMI Kamal*
Pr. EL MALKI Hadj Omar
Pr. EL OUENNASS Mostapha*
Pr. ENNIBI Khalid*
Pr. FATHI Khalid
Pr. HASSIKOU Hasna *
Pr. KABBAJ Nawal
Pr. KABIRI Meryem
Pr. KADI Said *
Pr. KARBOUBI Lamya
Pr. L'KASSIMI Hachemi*
Pr. LAMSAOURI Jamal*
Pr. MARMADE Lahcen
Pr. MESKINI Toufik
Pr. MESSAOUDI Nezha *
Pr. MSSROURI Rahal
Pr. NASSAR Ittimade
Pr. OUKERRAJ Latifa
Pr. RHORFI Ismail Abderrahmani *
Pr. ZOUHAIR Said*

Parasitologie
Cardiologie

Ophtalmologie

Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale

Médecine interne
Pédiatre
Chirurgie Générale
Neurologie
Neuro-chirurgie
Radiologie
Chirurgie Cardio-vasculaire
Rhumatologie
Neuro-chirurgie
Anesthésie Réanimation
Anesthésie Réanimation
Anatomie
Biochimie-chimie
Dermatologie
Chirurgie Générale
Traumatologie orthopédique
Hématologie biologique
Chirurgie vasculaire périphérique
Hématologie clinique
Chirurgie Générale
Microbiologie
Médecine interne
Gécologie obstétrique
Rhumatologie
Gastro-entérologie
Pédiatrie
Traumatologie orthopédique
Pédiatrie
Microbiologie
Chimie Thérapeutique
Chirurgie Cardio-vasculaire
Pédiatrie
Hématologie biologique
Chirurgie Générale
Radiologie
Cardiologie
Pneumo-phtisiologie
Microbiologie



PROFESSEURS AGREGES :

Octobre 2010

Pr. ALILOU Mustapha
Pr. AMEZIANE Taoufiq*
Pr. BELAGUID Abdelaziz
Pr. BOUAITY Brahim*
Pr. CHADLI Mariama*
Pr. CHEMSI Mohamed*
Pr. DAMI Abdellah*
Pr. DARBI Abdellatif*
Pr. DENDANE Mohammed Anouar
Pr. EL HAFIDI Naima
Pr. EL KHARRAS Abdennasser*
Pr. EL MAZOUZ Samir
Pr. EL SAYEGH Hachem
Pr. ERRABIH Ikram
Pr. LAMALMI Najat
Pr. LEZREK Mounir
Pr. MALIH Mohamed*
Pr. MOSADIK Ahlam
Pr. MOUJAHID Mountassir*
Pr. NAZIH Mouna*
Pr. ZOUAIDIA Fouad

Anesthésie réanimation
Médecine interne
Physiologie
ORL
Microbiologie
Médecine aéronautique
Biochimie chimie
Radiologie
Chirurgie pédiatrique
Pédiatrie
Radiologie
Chirurgie plastique et réparatrice
Urologie
Gastro entérologie
Anatomie pathologique
Ophtalmologie
Pédiatrie
Anesthésie Réanimation
Chirurgie générale
Hématologie
Anatomie pathologique



Mai 2012

Pr. AMRANI Abdelouahed
Pr. ABOUELALAA Khalil*
Pr. BELAIZI Mohamed*
Pr. BENCHEBBA Drissi*
Pr. DRISSI Mohamed*
Pr. EL ALAOUI MHAMDI Mouna
Pr. EL KHATTABI Abdessadek*
Pr. EL OUAZZANI Hanane*
Pr. ER-RAJI Mounir
Pr. JAHID Ahmed
Pr. MEHSSANI Jamal*
Pr. RAISSOUNI Maha*

Chirurgie Pédiatrique
Anesthésie Réanimation
Psychiatrie
Traumatologie Orthopédique
Anesthésie Réanimation
Chirurgie Générale
Médecine Interne
Pneumophtisiologie
Chirurgie Pédiatrique
Anatomie pathologique
Psychiatrie
Cardiologie

Février 2013

Pr. AHID Samir
Pr. AIT EL CADI Mina
Pr. AMRANI HANCHI Laila
Pr. AMOUR Mourad
Pr. AWAB Almahdi
Pr. BELAYACHI Jihane
Pr. BELKHADIR Zakaria Houssain
Pr. BENCHEKROUN Laila

Pharmacologie – Chimie
Toxicologie
Gastro-ENT2ROLOGIE
Anesthésie Réanimation
Anesthésie Réanimation
Réanimation Médicale
Anesthésie Réanimation
Biochimie-Chimie

Pr. BENKIRANE Souad
 Pr. BENNANA Ahmed*
 Pr. BENSEFFAJ Nadia
 Pr. BENSCHIR Mustapha*
 Pr. BENYAHIA Mohammed*
 Pr. BOUATIA Mustapha
 Pr. BOUABID Ahmed Salim*
 Pr. BOUTARBOUCH Mahjouba
 Pr. CHAIB Ali*
 Pr. DENDANE Tarek
 Pr. DINI Nouzha*
 Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Mohamed Ali
 Pr. ECH-CHERIF EL KETTANI Najwa
 Pr. ELFATEMI Nizare
 Pr. EL HARTI Jaouad
 Pr. EL JOUDI Rachid*
 Pr. EL KABABRI Maria
 Pr. EL KHANNOUSSI Basma
 Pr. EL KHLOUFI Samir
 Pr. EL KORAICHI Alae
 Pr. EN-NOUALI Hassane*
 Pr. ERGUIG Laila
 Pr. FIKRI Meryim
 Pr. GHANIMI Zineb
 Pr. GHFIR Imade
 Pr. IMANE Zineb
 Pr. IRAQI Hind
 Pr. KABBAJ Hakima
 Pr. KADIRI Mohamed*
 Pr. LATIB Rachida
 Pr. MAAMAR Mouna Fatima Zahra
 Pr. MEDDAH Bouchra
 Pr. MELHAOUY Adyl
 Pr. MRABTI Hind
 Pr. NEJJARI Rachid
 Pr. OUKABLI Mohamed*
 Pr. RAHALI Younes
 Pr. RATBI Ilham
 Pr. RAHMANI Mounia
 Pr. REDA Karim*
 Pr. REGRAGUI Wafa
 Pr. RKAIN Hanan
 Pr. ROSTOM Samira
 Pr. ROUAS Lamiaa
 Pr. ROUIBAA Fedoua*
 Pr. SALIHOUN Mouna
 Pr. SAYAH Rochde
 Pr. SEDDIK Hassan*

Hématologie
 Informatique Pharmaceutique
 Immunologie
 Anesthésie Réanimation
 Néphrologie
 Chimie Analytique
 Traumatologie Orthopédie
 Anatomie
 Cardiologie
 Réanimation Médicale
 Pédiatrie
 Anesthésie Réanimation
 Radiologie
 Neuro-Chirurgie
 Chimie Thérapeutique
 Toxicologie
 Pédiatrie
 Anatomie Pathologie
 Anatomie
 Anesthésie Réanimation
 Radiologie
 Physiologie
 Radiologie
 Pédiatrie
 Médecine Nucléaire
 Pédiatrie
 Endocrinologie et maladies métaboliques
 Microbiologie
 Psychiatrie
 Radiologie
 Médecine Interne
 Pharmacologie
 Neuro-chirurgie
 Oncologie Médicale
 Pharmacognosie
 Anatomie Pathologique
 Pharmacie Galénique
 Génétique
 Neurologie
 Ophtalmologie
 Neurologie
 Physiologie
 Rhumatologie
 Anatomie Pathologique
 Gastro-Entérologie
 Gastro-Entérologie
 Chirurgie Cardio-Vasculaire
 Gastro-Entérologie



Pr. ZERHOUNI Hicham

Pr. ZINE Ali*

Avril 2013

Chirurgie Pédiatrique

Traumatologie Orthopédie

Pr. EL KHATIB Mohamed Karim*

Pr. GHOUNDALE Omar*

Pr. ZYANI Mohammad*

Stomatologie et Chirurgie Maxillo-faciale

Urologie

Médecine Interne



***Enseignants Militaires**

2- ENSEIGNANTS – CHERCHEURS SCIENTIFIQUES

PROFESSEURS / PRs. HABILITES

Pr. ABOUDRAR Saadia

Pr. ALAMI OUHABI Naima

Pr. ALAOUI KATIM

Pr. ALAOUI SLIMANI Lalla Naïma

Pr. ANSAR M'hammed

Pr. BOUHOUCHE Ahmed

Pr. BOUKLOUZE Abdelaziz

Pr. BOURJOUANE Mohamed

Pr. CHAHED OUZZANI Lalla Chadia

Pr. DAKKA Taoufiq

Pr. DRAOUI Mustapha

Pr. EL GUESSABI Lahcen

Pr. ETTAIB Abdelkader

Pr. FAOUZI Moulay El Abbès

Pr. HAMZAOU Laila

Pr. HMAMOUCI Mohamed

Pr. IBRAHIMI Azeddine

Pr. KHANFRI Jamal Eddine

Pr. OULAD BOUYAHYA IDRIS Med

Pr. REDHA Ahlam

Pr. TOUATI Driss

Pr. ZAHIDI Ahmed

Pr. ZELLOU Amina

Physiologie

Biochimie

Pharmacologie

Histologie-Embryologie

Chimie Organique et Pharmacie Chimique

Génétique Humaine

Applications Pharmaceutiques

Microbiologie

Biochimie

Physiologie

Chimie Analytique

Pharmacognosie

Zootéchnie

Pharmacologie

Biophysique

Chimie Organique

Biotechnologie

Biologie

Chimie Organique

Biochimie

Pharmacognosie

Pharmacologie

Chimie Organique

Mise à jour le 13/02/2014 par le

Service des Ressources Humaines



Dédicaces



A ma maman,

Tu es la personne que j'aime le plus au monde.

Je te dois tout, à commencer par la vie.

*Tu m'as toujours soutenue dans toutes les décisions et les choix
que j'ai faits jusque là. Tu as su rester critique sans pour
autant me dicter ou m'imposer quoi que ce soit.*

*Je sais que tu seras toujours là pour moi comme
tu l'as toujours été jusque là.*

*Des pages et des pages ne me suffiraient pas pour te dire
à quel point je te suis reconnaissante pour tous les sacrifices
que tu as faits pour moi... Des sacrifices...
tu ne les prends même pas pour tels ! Tu as une façon tellement
naturelle pour te dévouer et te priver pour tes enfants...
on a même droit au sourire et à l'amour qui vont avec !*

*Je t'aime ma maman chérie « Bisouates »
comme tu aimes si bien dire !*

A mon papa,

*Tu m'as toujours poussée vers l'avant, tu as toujours
voulu ce qu'il y a de mieux pour moi.*

*Tu as été le père strict qui sait lâcher les rênes
au bon moment.*

Tu veilles toujours à ce que je ne manque de rien.

*Tu m'as inculqué le sens de la responsabilité et du sérieux.
Et s'il m'arrive de manquer d'ambitions, tu ne manques
pas de me rappeler que pour toi, je suis capable
de beaucoup de belles choses.*

*J'aspire à ne pas décevoir le grand homme que tu es
et à mériter ton respect et ton amour.*

Je t'aime papa.

A ma petite sœur Lamia,

*Petite ? Plus tant que ça... tu es désormais la belle
et charmante jeune fille qui a su rester tout aussi souriante,
drôle et dynamique que la petite Lamia.*

*Quand on tend à penser que ta générosité est arrivée
à son summum, tu trouves le moyen de montrer au monde
qu'il y'a encore et encore plus à faire.*

Tu mérites tout le bonheur du monde...

Que Dieu te garde ma Lamy.

A mon frère Souhail,

Le petit bout de chou de la famille...

*On se rend facilement compte que tu as hérité
du meilleur de papa et maman...*

*Tu as toujours été bon, gentil, généreux, sérieux,
studieux, ambitieux, juste, très actif et j'en passe...*

*Certains tendraient à croire que si tu es le petit préféré
de la famille, c'est parce que tu es le seul garçon,
ou le petit dernier... c'est mal te connaître :*

*Tu sais te faire apprécier et aimer par tous ceux qui t'entourent...
et avec quelle facilité !*

*Tu nous manques à tous... Finis vite tes études
que tu nous reviennes au plutôt !*

A ma très chère Latifa,

*A ma venue au monde tu faisais déjà partie intégrante
de la famille. Tu es une véritable sœur pour ma mère
et ça ne s'arrête pas là... Tu as aidé à mon éducation, à celle de ma sœur
et de mon frère... Tu as toujours été à notre écoute...*

*Tu es une confidente, une très bonne conseillère...
Tu nous as toujours soutenus dans les bons et mauvais moments...*

*Nous n'avons même pas besoin de demander
que tu nous offre ton aide...*

*Tu nous aimes comme tu aimes tes propres enfants...
et c'est pour cela, parmi pleins d'autres raisons
que je ne saurais citer dans leur totalité,
que je tiens à te dédier ce modeste travail à toi
et à ceux que j'aime à appeler mes frère et sœur,
Mohcine et Nissrine.*

A mon oncle Mohammed Ahram

Le Tonton drôle et rigolo par excellence !

*Tu as toujours su me faire rire... même dans les moments
les plus pénibles... et au-delà de cela tu as toujours accouru
à « mon secours » dès que j'avais besoin de quelque chose.*

Il faut dire que maman savait qu'elle (que je !!)

pouvait compter sur toi pour veiller

sur sa petite fille qu'elle envoyait habiter à Rabat...

et une fois de plus son instinct maternel ne lui a pas fait défaut.

*J'ai l'habitude de t'entendre dire que je suis capable de l'excellence,
et ce depuis toute petite, depuis mes premiers bulletins...*

tu n'as jamais cessé de me le répéter

avec une telle conviction que j'ai parfois tendance

à te croire ! J'espère en tous cas être

à la hauteur de tes espérances...

A mon Youness adoré

*Tu es et tu resteras à jamais mon petit cousin préféré
(et ça tu le sais pertinemment !)...*

*Je me souviens des mes examens de médecine...
tu éteignais la télévision pour ne pas me perturber...
tu me ramenais du chocolat pendant la période de préparation...
tu veillais à ce que j'aie assez de stylos la veille de l'examen...
et parfois tu allais même jusqu'à me faire réciter quelques cours !
Tu n'avais que 12 ans quand tu as commencé à faire ça !
Et ceci n'est qu'un modeste exemple des multitudes d'gestes
attentionnés et de l'affection dont tu fais toujours preuve...
non seulement à mon égard mais à l'égard de tous ceux
que tu aimes... Comment pourrai-je jamais oublier ça alors
que tu t'obstines à me rappeler quel petit ange tu es ?*

Je t'aime mon Nouss...

A Pierre,

Bienvenue dans notre famille !

Tes qualités sont certes nombreuses...

on s'y perdrait presque ;)

*mais il a suffi de voir comment tu te comportes
avec Lamia pour que toute la famille tombe sous ton charme...*

Je vous souhaite une très belle vie pleine de belles surprises.

À la mémoire de ceux qui ne sont plus là

À mon oncle Omar,

*Tu nous a quittés bien trop tôt...
tu as toujours eu un sourire bienveillant,
et tu l'as gardé jusqu'à tes derniers soupirs...
Même malade tu voulais toujours nous convaincre que
« tout allait bien et pour le mieux »...
ta nature d'homme aimant et protecteur
ne te permettait pas le contraire...
Tu nous manques tellement...*

A ma grand-mère maternelle,

*A ma « Aziza » comme on adorait t'appeler...
on ne pouvait faire autrement devant une grand-maman
qui nous couvrait de bons petits plats, qui avait toujours une histoire
à nous raconter, qui avait toujours une prière aux lèvres
en guise de bonjour et d'au revoir...
L'amour que tu ne cessais de nous donner
nous réchauffe encore le cœur...*

Que votre âme repose en paix

Remerciements



*A notre maître et Président de thèse
Monsieur le professeur M. S.BERRADA
Professeur de Traumatologie-orthopédie*

*Vous avez aimablement accepté de présider le jury
de cette thèse, nous en sommes touchés.*

*Lors de nos années d'études universitaires, nous avons eu la chance
de compter parmi vos étudiants ; nous avons ainsi pu apprécier
la clarté et la précision de l'enseignement
que vous nous avez dispensé.*

*Avec tout le respect que nous vous devons, veuillez trouvez ici,
l'expression de notre profond respect et nos vifs remerciements.*

*A notre maître et Rapporteur de thèse
Monsieur le professeur F.ISMAËL
Professeur de Traumatologie Orthopédie*

*Vous avez bien voulu nous confier ce travail riche d'intérêt
et nous guider à chaque étape de sa réalisation.*

*Vous nous avez toujours réservé le meilleur accueil, malgré vos
obligations professionnelles.*

*Vos encouragements inlassables, votre amabilité,
votre gentillesse méritent toute admiration.*

*Nous saisissons cette occasion pour vous exprimer notre profonde
gratitude tout en vous témoignant notre respect.*

À notre maître et juge de thèse

Monsieur le Professeur MUSTAPHA MAHFOUD

Professeur de Traumatologie Orthopédie

*Vous nous avez honorés d'accepter avec grande sympathie
de siéger parmi notre jury de thèse.*

*Veuillez trouver ici l'expression de notre estime
et notre considération.*

A mon maitre et juge de thèse

Monsieur le professeur A. EL .BARDOUNI

Professeur de Traumatologie Orthopédie

*Vous m'avez confié ce travail et guidé dans
son élaboration, j'ai trouvé auprès de vous le meilleur accueil
et la meilleure compréhension.*

*C'est ici pour moi, cher maitre l'occasion
de vous témoigner ma gratitude et ma reconnaissance
pour votre accueil bienveillant*

A notre Maître et juge de thèse

Monsieur le Professeur M.KHARMAZ

Professeur de Traumatologie Orthopédie

*Nous vous remercions vivement pour l'honneur
que vous nous faites en acceptant de siéger parmi
le jury de notre thèse.*

*Veuillez accepter l'assurance de notre profond respect
et notre sincère reconnaissance.*

A mon Maître Monsieur Samir KARAKCHOV

*Spécialiste en chirurgie traumatologique
et orthopédique*

*Vous m'avez non seulement procuré les dossiers nécessaires
à ce travail, mais vous avez, en plus, tenu à m'aider à chaque
étape et à tout moment. Votre disponibilité à m'aider
et votre soutien ont été exemplaires.*

*Je ne pourrais jamais vous remercier assez
pour tout ce que vous avez fait pour moi*

A mon ami et collaborateur

Le docteur CHETTO MOHAMMED

Résident de traumatologie orthopédie

*Vous avez toujours manifesté à mon égard
une grande disponibilité en dépit de vos obligations professionnelles.*

*Je vous prie de lire dans ces lignes l'expression de ma grande
reconnaissance, de mon estime et de mon profond respect*

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
MATÉRIEL ET MÉTHODES	4
I .COMMENT A-T-ON OBTENU LE PRF ? (MODUS OPERANDI).....	8
II .FICHE D'EXPLOITATION.....	14
III. OBSERVATIONS DES PATIENTS.....	18
IV. TABLEAUX RECAPITULATIFS DES OBSERVATIONS	57
1. Fractures	58
2.Pseudarthroses.....	59
3.Pieds diabétiques.....	60
4.Arthrodèse de cheville	61
5. Cal vicieux.....	62
RÉSULTATS	63
I. Le PRF	64
1. Nombre de tubes	64
2. Nombre de centrifugations par patient	65
3. Forme de PRF utilisée : (Membrane / cylindre)	66
4. Application du PRF	66
II. Etude épidémiologique.....	67
1. L'âge	67
2. Le sexe	68
3. Antécédents	69
4. Membre atteint	70
5. Répartition des patients selon la pathologie	71

III. RESULTATS CLINIQUES ET RADIOLOGIQUES	72
1. Fractures	72
2. Pseudarthroses	73
3. Cal vicieux	73
4. Arthrodèse	73
5. Pied diabétique	74
IV. RESULTATS BIOLOGIQUES	75
V. TRAITEMENT CHIRURGICAL - EVOLUTION	75
1. Fractures	75
2. Pseudarthroses	76
3. Greffe osseuse	76
4. Cal vicieux	77
5. Arthrodèse de la cheville	77
6. Pied diabétique	77
7. Complications	78
DISCUSSION	79
I. HISTORIQUE	80
II. PHYSIOLOGIE DU PRF	85
A. Rappels biologiques	86
1. Fibrine	86
a.) Biologie moléculaire et mécanismes élémentaires	86
b) Fibrine et hémostase	87
c) Fibrine et cicatrisation	88
d) Propriétés de la fibrine des concentrés plaquettaires	88
2. Plaquettes	89

B. Le PRF en pratique.....	90
1. Applications du PRF	90
a) Greffes osseuses	90
b) Cicatrisation dirigée	91
III. Technique d'obtention du PRF	92
1. Centrifugation	92
2. Compression et transformation du gel en membrane ou en cylindre	95
IV. ETUDES IN VITRO ET IN VIVO SUR LE PRF	97
A. Etudes effectuées in vitro	97
1. Action du PRF sur différents types cellulaires.....	97
2. Actions du PRF sur les ostéoblastes	98
3. Comparaison PRF / PRP	99
4. PRF et cytokines	100
5. Plusieurs types de concentrés plaquettaires, même appellation.....	101
B. Etudes in vivo avec le PRF	102
1. Etudes sur des animaux	102
2. Etudes sur des patients humains	103
3. Applications actuelles du PRF	104
V. LE PIED DIABETIQUE.....	106
VI. LES LÉSIONS OSSEUSES	108
CONCLUSION	109
RÉSUMÉS	111
BIBLIOGRAPHIE	115



Introduction

Toutes les disciplines chirurgicales et médico-chirurgicales confondues font face à des difficultés quant à maîtriser et mener à bien les processus d'hémostase et de cicatrisation.

C'est dans ce cadre que furent adoptés les concentrés plaquettaires en tant qu'adjuvants chirurgicaux.

En effet, ces «colles biologiques» enrichies en cytokines connaissent deux générations évolutives. La première, représentée par le concentrated platelet-rich plasma (cPRP), a permis la mise au point de modes de production simplifiés et optimisés des colles de fibrine. Mais ce n'est qu'avec la deuxième génération, le platelet-rich fibrin (PRF), que les applications cliniques les plus performantes ont été observées, car il est le seul à pouvoir mimer une matrice cicatricielle *ad integrum*.

Le PRF, développé en France par J. Choukroun et al en 2001, est largement utilisé dans différentes spécialités chirurgicales pour accélérer la réparation et la cicatrisation des tissus, qu'ils soient mous ou solides. Il est formé à partir d'un prélèvement sanguin centrifugé sans ajout d'anticoagulants ni de thrombine bovine. Sa nature de concentré plaquettaire et immunitaire lui permet de rassembler en une seule membrane de fibrine l'ensemble des constituants favorables à la cicatrisation et à l'immunité présents dans un prélèvement sanguin. C'est cette matrice de fibrine qui constitue l'élément déterminant responsable du réel potentiel thérapeutique de ce biomatériau qu'est le PRF.

D'abord utilisé en chirurgie maxillo-faciale, plastique, dentaire et vasculaire parmi d'autres, le PRF commence actuellement à prendre place en chirurgie orthopédique qui utiliserait volontiers ses vertus de régénération et de cicatrisation des tissus de consistances variables. Ces vertus ouvrent la voie de l'usage du dit concentré plaquettaire aussi bien dans les lésions osseuses que celles qui intéressent le cartilage, les tendons voir même la peau; en somme, l'ensemble de l'appareil locomoteur.

Notre étude se fixera pour objectifs une meilleure connaissance du PRF grâce à la décortication du principe de sa production au même titre qu'une étude assidue de ses composants.

Associer ces connaissances à l'étude de notre série de 15 cas englobant différentes pathologies de l'appareil locomoteur nous permettrait de mieux comprendre la place du PRF en traumatologie et en orthopédie.

Nous essaierons alors de répondre aux questions suivantes :

- Qu'est-ce que le PRF (Platelet-rich fibrin) ?
- Comment l'obtient-on ?
- De quels composants est-il fait ?
- Quels-sont ses avantages et ses inconvénients ?
- Quels-sont ses champs d'application ?
- Quelle-est sa place en chirurgie traumatologique et orthopédique ?

*Matériel
et
méthodes*

Notre étude est rétrospective et a intéressé un échantillon de 15 patients qui ont bénéficié de traitement par du PRF pour différentes lésions, en association avec le traitement usuel. Ces patients ont été traités et suivis au service de traumatologie-orthopédie du Centre Hospitalier Provincial de Temara.

Il s'agit d'une étude qui s'est étalée sur une durée d'un an de Novembre 2012 à Novembre 2013.

L'analyse des dossiers cliniques a reposé sur le recueil des données suivantes :

1) L'identité

- L'âge
- Le sexe
- Les antécédents

2) Etude clinique

- Les signes fonctionnels et l'examen clinique
- La classification des pertes de substance des pieds diabétiques selon les classifications de Wagner et d'Armstrong (Tableaux I et II).

Tableau I : Classification de Wagner des pieds diabétiques

Grade	Description des lésions
Grade 0	Pas de lésion ouverte, mais présence possible d'une déformation osseuse ou d'une hyperkératose.
Grade 1	Ulcère superficiel sans pénétration dans les tissus profonds.
Grade 2	Extension profonde vers les tendons ou l'os, les articulations.
Grade 3	Tendinite, ostéomyélite, abcès ou cellulite profonde.
Grade 4	Gangrène d'un orteil ou de l'avant-pied le plus souvent associée à une infection plantaire.
Grade 5	Gangrène massive du pied associée à des lésions nécrotiques et à une infection des tissus mous.

Tableau II : Classification d'Armstrong des troubles trophiques des pieds chez les diabétiques

Grade Stade	0 Hyperkératose Lésion cicatrisée %	1 Ulcère superficiel %	2 Ulcère profond avec atteinte tendon/capsule %	3 Ulcère profond avec atteinte os/articulation %
A : sans infection ni ischémie	0	0	0	0
B : infection	12,5	8,5	28,6	92
C : ischémie	25	20	25	100
D : infection et ischémie	50	50	100	100

Les valeurs correspondent à la prévalence des amputations dans chaque catégorie.

3) Etude radiologique

- Tous les patients ayant présenté une lésion osseuse ont bénéficié d'une radiographie standard du membre atteint.

4) Le traitement

- Type d'ostéosynthèse.
- Utilisation ou non de greffe osseuse.
- Le PRF :
 - Présentation du PRF adoptée pour chaque patient : membrane ou cylindre.
 - Nombre de tubes utilisés pour l'obtention du PRF pour chaque patient.
 - Site d'application du PRF.
 - Forme d'utilisation du PRF : application, sutures ou comblement.

5) L'aspect évolutif

- Evolution des patients et complications.

I .COMMENT A-T-ON OBTENU LE PRF ? (MODUS OPERANDI)

Au cours de l'intervention chirurgicale, on procède au prélèvement du sang du malade à l'aide de veinoject dans des tubes secs de 10 ml chacun, sans ajout d'anticoagulants.

Les tubes, au nombre de 2, 4 ou 6 à la fois ont ensuite été mis dans la centrifugeuse de type PC02® de Process (A), qui peut contenir jusqu'à 8 tubes et qui réglée à 2700 tours par minute durant 12 minutes (figure 1). Le nombre des tubes devait être pair et leur disposition devait être symétrique dans la centrifugeuse pour que la centrifugation soit efficace. En cas de nombre impair, le tube restant aurait pu être confronté à un autre rempli par de l'eau (T.S.Hassani et al. 2009) [1].



Figure 1 : Centrifugeuse PC02® de Process (A) ;
les tubes ont été placés en nombre pair et de façon symétrique.

Le sang prélevé commençait à coaguler au moment même de son contact avec le verre du tube. Ceci dit, la rapidité du prélèvement et du transfert vers la centrifugeuse conditionnait la réussite de cette technique. Si on tardait, la fibrine polymérisait de façon diffuse dans le tube et le produit final était un amas flasque et sans consistance de sang vaguement centrifugé. Or, durant les douze minutes de centrifugation, l'absence d'anticoagulants induisait l'activation de la majeure partie des plaquettes contenues dans le prélèvement au contact des parois du tube. Ceci permettait le relargage de toutes les cytokines qu'elles contenaient et déclenchait les cascades de réaction de la coagulation. Le fibrinogène était alors concentré dans la partie supérieure et médiane du tube, puis la thrombine circulante agissait en le transformant en fibrine. On obtenait finalement le caillot de PRF : un caillot de fibrine avec un maximum de plaquettes piégées au sein de ses mailles et qui se situait entre le liquide de plasma acellulaire en haut et le culot d'hématies reposant au fond du tube (figure 2).



Figure 2: Aspect en 3 couches obtenu après centrifugation de prélèvement sanguin

L'infirmier présentait le tube au chirurgien qui retirait de manière stérile le caillot de fibrine attaché au culot d'hématies (figure 3), il le posait sur la table d'instruments et détachait à l'aide de ciseaux le culot du caillot (figure 4).



Figure 3: L'infirmier présentait le tube au chirurgien

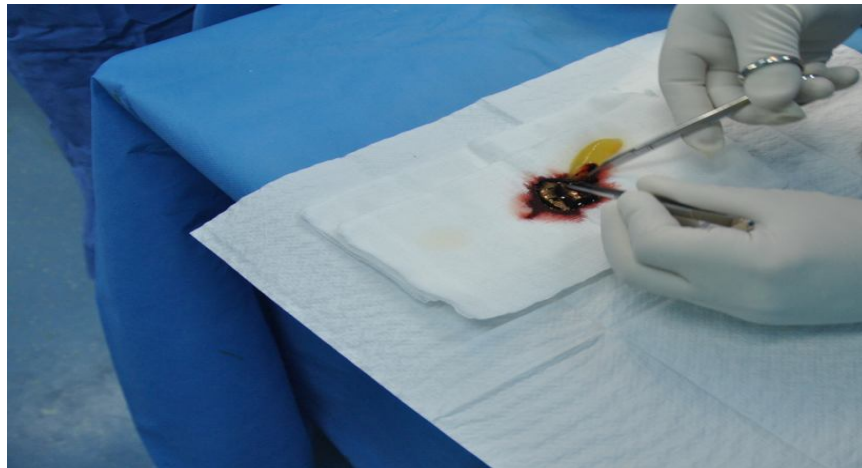


Figure 4: Le chirurgien enlevait à l'aide de ciseaux le culot d'hématies attaché au caillot de fibrine

Deux options se présentaient alors selon le besoin du chirurgien :

Il pouvait déposer le caillot sur la grille de la « PRF BOX » (figure 5A) pour le couvrir ensuite par son compresseur et son couvercle (figures 5B et 5C). Environ une minute suffisait à obtenir une membrane de fibrine autologue dont l'épaisseur était standard et qui restait hydratée durant des heures (figure 6).



Figure 5A

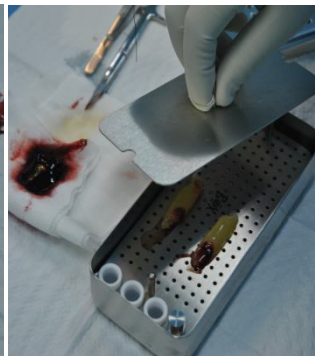


Figure 5B

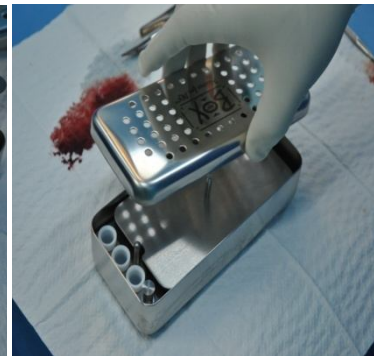


Figure 5C

Dans la PRF Box (figure 5A), les caillots ont été déposés sur la grille (figure 5B) puis couverts par le compresseur et le couvercle (figure 5C)

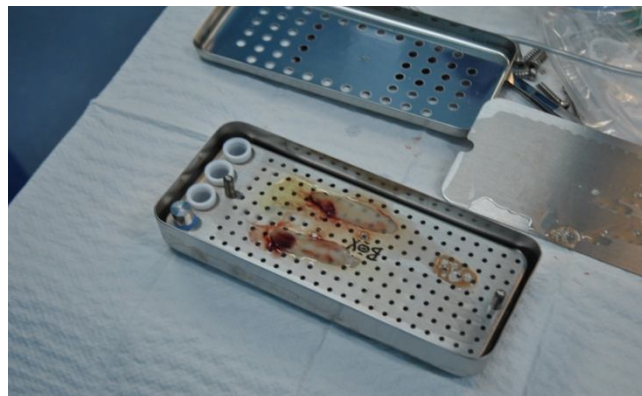


Figure 6: Le résultat final était une membrane de fibrine autologue

Il pouvait aussi choisir de placer le caillot dans un cylindre au sein de la PRF BOX (figure 7), où il était lentement comprimé par un piston pour donner finalement un « bouchon », un petit disque épais de 1 cm de diamètre

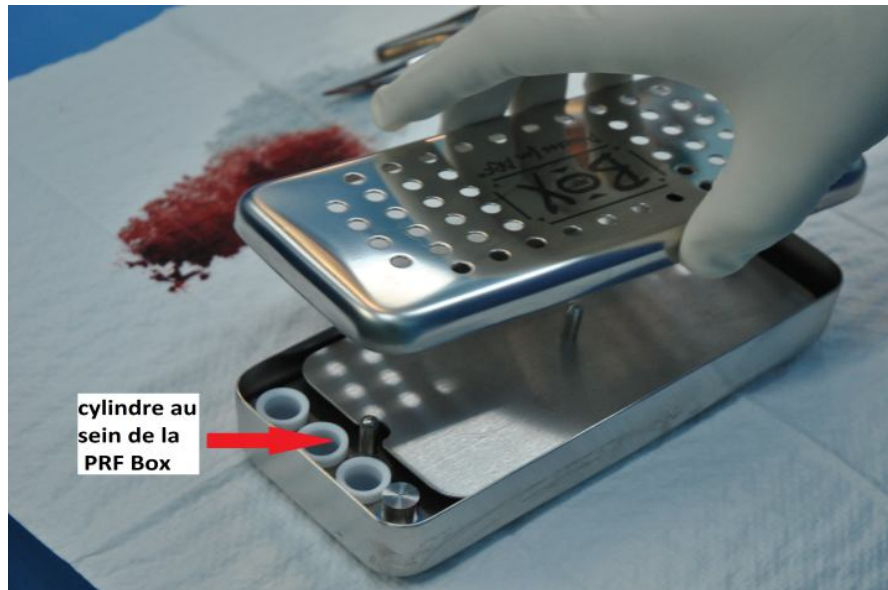


Figure 7: Un disque de PRF pouvait être obtenu en plaçant le caillot dans un cylindre au sein de la PRF Box

Dans les deux cas, en pressant le caillot de fibrine, on obtenait un exsudat riche en protéines, en vitronectine et en fibronectine. Ce liquide était collecté au fond de la boîte de PRF (figure 8) et on pouvait l'utiliser pour rincer le site opératoire, hydrater un éventuel greffon ou encore même conserver le greffon.

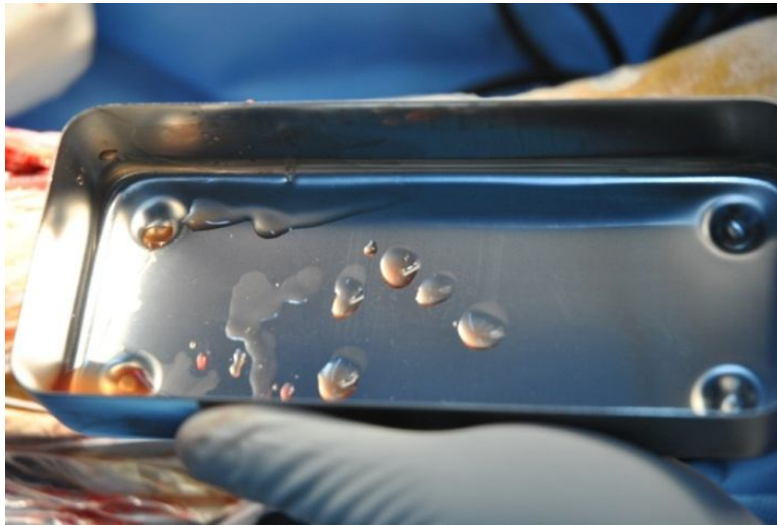


Figure 8: Exsudat collecté au fond de la PRF Box

L'opérateur utilisait le produit obtenu en fonction de chaque cas. Une membrane pouvait être posée sur le site opératoire ou suturée par du vycril (figure 9). Un cylindre pouvait combler un foyer de fracture ou une perte de substance. On pouvait même mélanger une éventuelle greffe osseuse avec l'une ou l'autre des présentations.

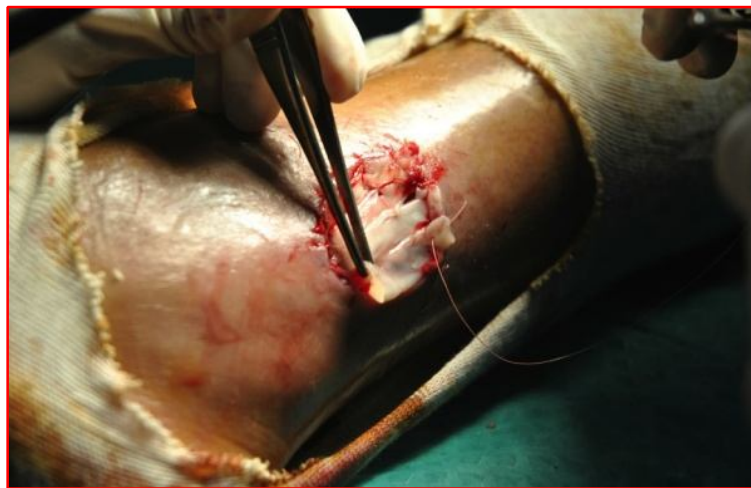


Figure 9: Suture de membranes de PRF

II .FICHE D'EXPLOITATION

Identité

Numéro d'ordre

Nom :

Prénom :

N° d'entrée :

Sexe : M F

Date de naissance :

Age :

Adresse complète :

Numéro de téléphone :

Antécédents

Médicaux :

Diabète

Tuberculose

Hta

Cardiopathie

Autres :

Chirurgicaux : oui non

Si oui, laquelle :

Toxiques : tabac : alcool drogues

Motif de consultation (signes cliniques)

➤ **Interrogatoire**

Mécanisme lésionnel

Chute

AVP

Agression

Accident de travail

Accident domestique

Autre

Date d'accident

Date de début de la symptomatologie

➤ **Type de lésion**

Fracture

Pseudarthrose

Cal vicieux

Arthrodèse

Mal perforant plantaire ou ulcère de jambe (perte de substance)

Autre

➤ **Siège**

Membre : Supérieur Inférieur

 Droit : Gauche :

➤ **Signes cliniques**

Douleur

Impotence fonctionnelle : totale partielle

Déformation

Perte de substance

Imagerie

Radiologie standard

Localisation

Incidence

Type de lésion

Radiographie pulmonaire (dans le cadre de la CPA)

Bilan biologique (CPA)

NFS : Hb :

GB :

Plq :

Iomogramme

Urée :

Créat :

Glycémie :

Tp : TCA :

Prise en charge thérapeutique

(Traitement chirurgical)

Réduction :

Ostéosynthèse :

Matériel utilisé :

Grefe osseuse

Parage, débridement

Autre :

PRF

Nombre de tubes

Présentation

Membrane

Cylindre

Site d'utilisation

Type d'utilisation

Suture : oui non

Comblement : oui non

Application

Greffe osseuse associée

Oui :

Non :

Remarques

Evolution

Suites opératoires immédiates

Simple

Complications

Moyen terme

Long terme

Délai de consolidation

Délai de cicatrisation :

III. OBSERVATIONS DES PATIENTS

Les observations de nos patients ont été classées par ordre chronologique de prise en charge. Les numéros entre parenthèses sont les numéros d'ordre.

Observation n° 1 (1258)

- **Patient** : C.I. de sexe masculin, âgé de 28 ans.
- **Antécédent** : tabagisme chronique non sevré.
- **Motif de consultation** : Il a présenté, suite à un accident de la voie publique (AVP) le jour de son admission, un traumatisme du membre supérieur gauche.
- **Clinique** : douleur avec impotence fonctionnelle totale et déformation du membre atteint, sans ouverture cutanée
- **Les radiographies standards** de face et profil de l'avant-bras gauche a permis d'objectiver une fracture transverse, avec petit fragment, de la jonction 1/3 supérieur 1/3 moyen du radius.
- **Le bilan standard préopératoire** : sans particularités.
- **Traitement chirurgical** : ostéosynthèse par plaque vissée spéciale radius.



Figure 10: Ostéosynthèse par plaque spéciale radius

- **PRF** : Deux tubes secs ont été prélevés pour le PRF utilisé sous forme de membrane.
- On a effectué un comblement du foyer de fracture sans greffe osseuse.



Figure 11: 02 Membranes de PRF ont été utilisées



Figure 12: Comblement du foyer de fracture

- **Les suites opératoires** : ont été simples.
- **Consolidation** : en 1 mois et demi.

Observation n°2 (1264)

- **Patient** : I.L. de sexe masculin, âgé de 42 ans.
- **Antécédents** : aucun.
- **Motif de consultation** : admis pour douleur et impotence fonctionnelle partielle du 4^{ème} doigt droit évoluant depuis 2 mois suite à un traumatisme lors d'un accident de travail.
- **Clinique** : déformation du 4^{ème} doigt droit.
- **Les radiographies standards** de la main droite face et $\frac{3}{4}$ a permis de mettre en évidence une pseudarthrose de la 1^{ère} phalange du 4^{ème} doigt droit.



Figure 13



Figure 14

Figures 13 et 14: Pseudarthrose de la première phalange
du 4^{ème} doigt sur radiographies standards

- **Le bilan préopératoire** était sans particularités
- **Traitement chirurgical** : ostéosynthèse par plaque vissée à mini-fragments à 4 trous avec ostéoclasie, sans greffe osseuse.



Figure 15: Ostéoclasie



Figure 16: Ostéosynthèse



Figure 17 A



Figure 17 B

Figures 17 A et B : Ostéosynthèse de P1 du 4^{ème} doigt, radiographie de contrôle

- **PRF** : Deux tubes secs ont été prélevés.

Le PRF a été utilisé sous forme de deux membranes. L'une a comblé le foyer de pseudarthrose et la seconde y a été appliquée.

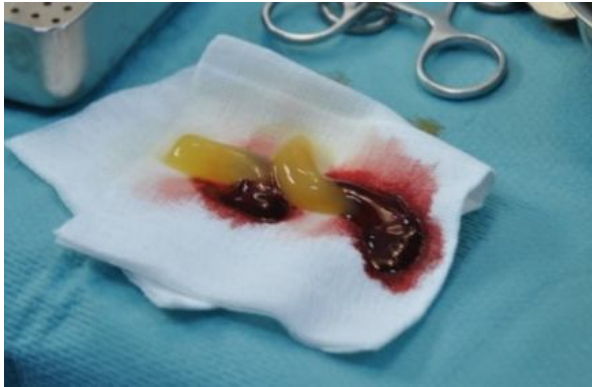


Figure 18: Deux tubes secs ont été utilisés pour obtenir deux culots de PRF



Figure 19: Comblement du foyer par une membrane



Figure 20



Figure 21

Figures 20 et 21: Application de la seconde membrane de RPF

- **Les suites opératoires** ont été simples.
- **Consolidation** : en 2 mois et 10 jours

Observation n°3 (1273)

- **Patient** : M.Z. de sexe masculin, âgé de 17 ans
- **Antécédent** : Asthmatique sous traitement
- **Histoire d la maladie** : il a présenté suite à un AVP en janvier 2012 (un an avant la consultation actuelle) une fracture bifocale du tibia et une fracture du $\frac{1}{4}$ inférieur du péroné gauches. Le patient avait bénéficié d'un enclouage centromédullaire(ECM) verrouillé en proximal et en distal du tibia.
- **Motif de consultation** : douleur, impotence fonctionnelle partielle.
- **Clinique** : cicatrice de la première intervention avec légère déformation en varus de la jambe gauche et mobilité du foyer proximal du tibia.



Figure 22: Cliniquement, cicatrice de la première intervention et légère déformation en varus de la jambe gauche

- **Les radiographies standards** de la jambe gauche face et profil ont permis de mettre en évidence une pseudarthrose du foyer proximal du tibia sur ECM, avec cal vicieux du péroné.



Figure 23



Figure 24

Figures 23 et 24: Radiographies standards de la jambe montrant une pseudarthrose du foyer proximal du tibia

Le bilan préopératoire : était sans particularités.

- **Traitement chirurgical** : ablation du clou centromédullaire, suivie d'une ostéosynthèse par une plaque vissée en T à 9 trous avec mise en place de greffon osseux et de PRF au niveau du foyer de pseudarthrose.

Pour le péroné on a réalisé une ostéotomie sans utilisation de PRF.

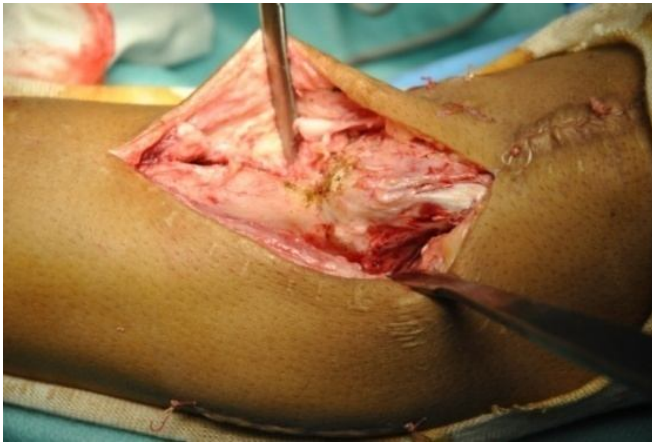


Figure 25: Pseudarthrose du foyer proximal du tibia

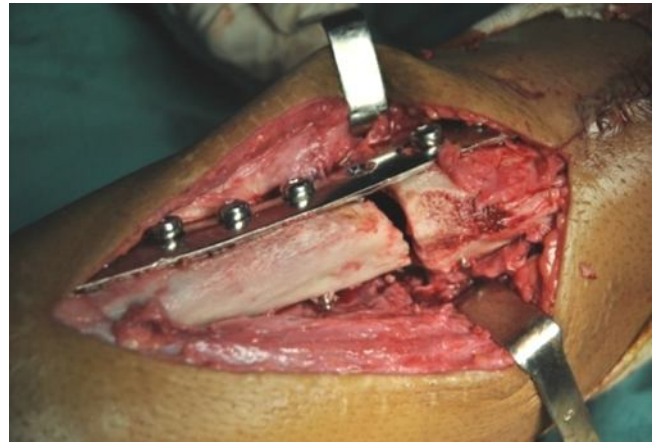


Figure 26: Ostéosynthèse par plaque vissée



Figure 27 A



Figure 27 B

Figures 27 A et B: Radiographies de contrôle de l'ostéosynthèse par plaque en T

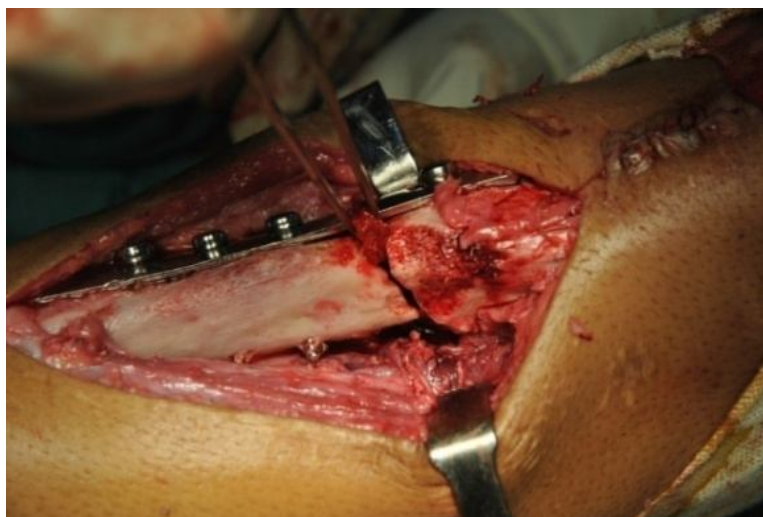


Figure 28: Mise en place de la greffe osseuse

- **PRF** : Quatre tubes ont été prélevés pour fabriquer le PRF utilisé au niveau du tibia

Il a été appliqué sous forme de membranes au niveau du foyer de pseudarthrose avec mise en place de greffon osseux

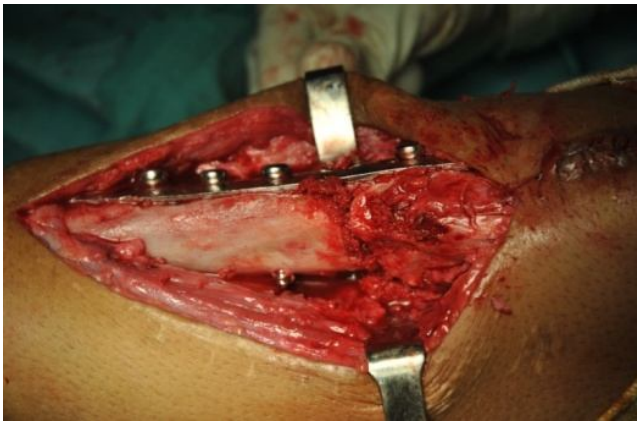


Figure 29: Comblement par greffe osseuse



Figure 30: Application des membranes de PRF

- **Les suites opératoires** : ont été simples.
- **Consolidation** : en 3 mois.

Observation n°4 (1263)

- **Patient** : L.B. de sexe masculin, âgé de 32 ans
- **Antécédents** : aucun.
- **Histoire de la maladie** : victime d'AVP 5 mois avant son admission, avec point d'impact au niveau du membre supérieur droit, ayant occasionné une fracture du cubitus prise en charge par Jbira.
- **Motif de consultation** : Le patient s'est présenté pour une douleur du membre supérieur droit évoluant depuis 3 mois et non jugulée par les antalgiques habituels, avec impotence fonctionnelle partielle.
- **Clinique** : déformation de l'avant-bras droit sans ouverture cutanée ni déficit sensitivomoteur. Les pouls étaient présents.
- **Les radiographies standards** de l'avant-bras droit face et profil on permit d'objectiver un cal vicieux du cubitus.
- **Le bilan préopératoire** était sans particularités.
- **Traitement chirurgical** : ostéoclasie avec ostéosynthèse par une plaque vissée 1/3 tube à 6 trous et une vis directe.



Figure 31: Ostéosynthèse par plaque vissée 1/3 tube et une vis directe

- **PRF** : Des membranes de PRF ont été obtenues à partir de 2 tubes secs prélevés chez le patient. Elles ont été appliquées au niveau du foyer de fracture sans suture ni utilisation de greffon osseux.



Figure 32: Membranes de PRF appliquées
au niveau du foyer de fracture

- **Les suites opératoires ont été simples.**
- **Consolidation : en 65 jours.**

Observation n°5 (1240)

- **Patient** : M.A. de sexe masculin, âgé de 46 ans.
- **Antécédent** : aucun.
- **Motif de consultation** : le patient s'est dit victime d'un AVP, le jour de son admission, avec point d'impact au niveau du membre inférieur gauche, occasionnant une douleur avec impotence fonctionnelle totale de la jambe.
- **Clinique** : déformation de la jambe gauche sans notion d'ouverture cutanée ni de déficit sensitivomoteur. Les pouls étaient présents.
- **Les radiographies standards** de la jambe gauche face et profil ont permis de mettre en évidence une fracture transverse déplacée du $\frac{1}{4}$ inférieur des deux os de la jambe.



Figure 33 A



Figure 33 B

Figures 33 A et 33 B : Radiographies de la jambe dévoilant une fracture du ¼ inférieur des deux os

- **Le bilan préopératoire :** était sans particularités.
- **Traitement chirurgical :** ostéosynthèse par plaque vissée étroite de jambe pour le tibia.



Figure 34: Ostéosynthèse de la fracture du tibia
par plaque vissée étroite de jambe



Figure 35 A



Figure 35B

Figures 35 A et B : Radiographies de contrôle
de l'ostéosynthèse de la fracture du tibia

- **-Le PRF** : Le PRF a été utilisé sous forme de membranes obtenues par la centrifugation de deux tubes secs. On a procédé à une application de ces membranes sur le foyer de fracture sans suture ni utilisation de greffon osseux.

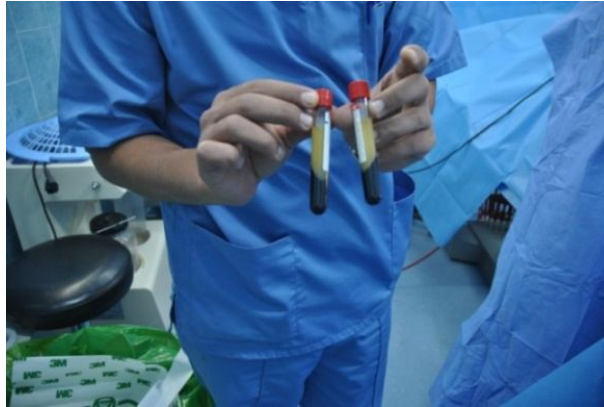


Figure 36: Aspect des culots de PRF obtenus après centrifugation des deux tubes secs

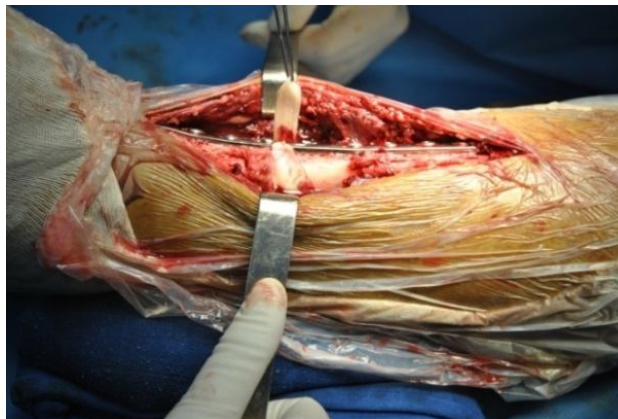


Figure 37: Application des deux membranes obtenues sur le foyer de fracture

- **Les suites opératoires** ont été simples.
- **Consolidation** : à 03 mois avec un appui total à 4 mois.

Observation 6 (1279)

- **Patient** : G.M. de sexe masculin, âgé de 30 ans
- **Antécédents** : tabagique chronique non sevré, connu diabétique, opéré pour un pied diabétique (mise à plat de phlegmon du pied gauche) il y a deux ans.
- **Histoire de la maladie et motif de consultation**: Le patient a présenté depuis février 2012 des traumatismes multiples du pied gauche, dus aux chaussures, occasionnant des plaies du pied.
- **Clinique** : œdème et une perte de substance de la plante du pied gauche sans signes infectieux, définissant un mal perforant plantaire classé grade I stade A selon Armstrong, et grade I selon la classification de Wagner.
- **Les radiographies standards** de face et de profil du dit pied ne montrent aucune lésion apparente.
- **Le bilan préopératoire standard** : glycémie à jeun à 1,2 g/dl.
- **Traitement chirurgical** : Le patient a bénéficié d'un parage associé à un comblement de la perte de substance cutanée.
- **Le PRF** : Deux tubes de PRF furent utilisés sous forme de membranes suturées après couverture du site de perte de substance.
- **Les suites opératoires** : ont été simples.
- **Cicatrisation** : en 35 jours.

Observation 7 (1297)

- **Patient** : B.M. de sexe masculin et âgé de 67 ans.
- **Antécédent** : suivi pour diabète.
- **Motif de consultation** : perte de substance cutanée de la cheville droite évoluant depuis 6 mois avant la consultation (depuis mai 2012) sans amélioration par les soins bien conduits du patient.
- **Clinique** : perte de substance cutanée de la face externe de la cheville droite, classée Stade A et Grade I selon la classification d'Armstrong et Grade I selon celle de Wagner.



Figure 38: Perte de substance cutanée d la cheville

- **Les radiographies standards** de la cheville droite de face et de profil n'ont pas révélé de lésion osseuse.
- **Le bilan préopératoire standard** : était sans particularités.

- **Traitement chirurgical** : Le patient a bénéficié d'un parage de la perte de substance avec comblement de la perte de substance cutanée par du PRF.
- **Le PRF** : 6 tubes secs ont été prélevés sous forme de membranes qui ont permis de couvrir le site de perte de substance. Les membranes ont été suturées puis recouvertes par un pansement gras.



Figure 39: Membrane de PRF suturées et recouvrant la perte de substance



Figure 40: Pansement gras appliqué sur les membranes de PRF

- **Les suites opératoires** : ont été simples.
- **Cicatrisation** : en 30 jours

Observation 8 (1298)

- **Patiente** : H.A., de sexe féminin, âgée de 39 ans, connue diabétique et bien suivie.
- **Motif de consultation** : la patiente présentait une perte de substance cutanée de la jambe gauche évoluant depuis 6 mois.
- **Clinique** : perte de substance cutanée du $\frac{1}{4}$ inférieur de la face antérieure de la jambe gauche définissant un ulcère de jambe classé Grade II de Wagner et Grade II Stade A d'Armstrong. En effet, le tendon tibial antérieur était mis à nu et légèrement lésé.



Figure 41: Perte de substance cutanée de la face antérieure du $\frac{1}{4}$ inférieur de la jambe avec mise à nu du tendon tibial antérieur

- **Les radiographies standards** de la jambe et chevilles gauches n'ont révélé aucune lésion osseuse.
- **Le bilan préopératoire** était sans particularités
- **Traitement chirurgical** : La patiente a bénéficié d'un parage de la perte de substance cutanée avec couverture par du PRF.
- **Le PRF** : Obtenu à partir de quatre tubes, il a été utilisé sous forme de membranes suturées après couverture du site de perte de substance.



Figure 42: Couverture de la perte de substance
par les membranes de PRF suturées

- **Les suites opératoires** : ont été simples.
- **Cicatrisation** : obtenue au bout de 35 jours.



Figure 43: Evolution à J20 de l'intervention



Figure 44: Cicatrisation à J 35 de l'intervention

Observation 9 (1261)

- **Patient** : T.M. âgé de 31 ans.
- **Antécédent** : Poliomyélite à l'enfance, tabagique chronique avec notion de consommation de drogues.
- **Motif de consultation** : Le patient présente depuis mai 2012 (un an avant sa consultation) une déformation du pied gauche en varus équin invétéré (probablement en rapport avec des séquelles de poliomyélite) avec installation de douleurs et d'impotence fonctionnelle partielle.
- **Les radiographies standards** : de face et de profil et des $\frac{3}{4}$ du pied gauche ont permis d'objectiver des séquelles de poliomyélite.
- **Le bilan préopératoire standard** : a montré une légère hyperleucocytose à 10500/mm³ et une glycémie à jeun à 1.03 g/dL
- **Traitement chirurgical** : Le patient a bénéficié d'un allongement du tendon d'Achille suivi d'une ostéotomie avec arthrodèse de la médio tarsienne et fixation par agrafes.



Figure 45: Arthrodèse de la médiotarsienne



Figure 46 A



Figure 46 B

Figures 46 A et B : Radiographies de contrôle de l'arthrodèse de la médiotarsienne avec fixation par agrafes

- **Le PRF** : deux tubes de PRF ont été utilisés sous forme de membranes appliquées en regard de l'articulation médio tarsienne sur le site de l'arthrodèse avec comblement mais sans greffe.



Figure 47: Comblement du site de l'arthrodèse
par deux membranes de PRF

- **Les suites opératoires** : ont été simples.
- **Consolidation** : en deux mois.

Observation 10 (1262)

- **Patient** : M.C. âgé de 56 ans, de sexe masculin.
- **Antécédent** : connu tabagique chronique
- **Motif de consultation** : Le patient dit avoir été victime d'un AVP avec point d'impact au niveau de l'extrémité supérieure de la jambe gauche entraînant douleurs et impotence fonctionnelle du membre inférieur gauche.
- **Clinique** : douleurs à la palpation. Pas d'ouverture cutanée ni de lésion vasculo-nerveuse associée.
- **Les radiographies standards** du genou de face et de profil ont permis d'objectiver une fracture du plateau tibial externe avec composante de tassement et de séparation.



Figure 48 A



Figure 48 B

Figures 48 A et B : Fracture du plateau tibial externe
sur radiographies standards du genou

- **Le bilan préopératoire standard** : était sans particularités
- **Traitement chirurgical** : ostéosynthèse par plaque vissée en T associée à une greffe osseuse.



Figure 49: Ostéosynthèse par plaque vissée en T



Figure 50 A



Figure 50 B

Figures 50 A et B : Radiographies de contrôle de l'ostéosynthèse par plaque en T

- **Le PRF** : quatre tubes de PRF ont été utilisés sous forme de membranes avec lesquelles on a comblé le foyer de fracture.



Figure 51: Comblement du foyer de fracture
par les membranes de PRF

- **Les suites opératoires** : ont été simples.
- **Consolidation** : au bout de 45 jours.

Observation 11 (1265)

- **Patient** : H.A. âgé de 16 ans, de sexe masculin.
- **Antécédents** : allergie à la pénicilline.
- **Motif de consultation** : Le patient a présenté un traumatisme du membre supérieur gauche suite à un accident de sport, avec une douleur et une impotence fonctionnelle totale du membre.
- **Clinique** : déformation et œdème de l'avant-bras gauche, sans ouverture cutanée.
- **Les radiographies standards** de l'avant-bras gauche de face et de profil ont permis de mettre en évidence une fracture de la diaphyse des deux os de l'avant-bras, avec perte de substance au niveau du cubitus.



Figure 52 A



Figure 52 B

Figures 52 A et B : Fracture des deux os de l'avant-bras
sur radiographies standards de face et de profil

- **Le bilan préopératoire** : était sans particularités.
- **Traitement chirurgical** : ostéosynthèse par plaque spéciale radius pour le radius et une plaque 1/3 de tube pour le cubitus.



Figure 53 A



Figure 53 B

Figures 53 A et B : Radiographies de contrôle de l'ostéosynthèse des deux os de l'avant-bras

- **Le PRF** : Deux tubes ont été utilisés pour obtenir une membrane et un cylindre de PRF et qui ont permis de combler le foyer de fracture ulnaire sans utilisation de greffe osseuse.
- **Les suites opératoires** : ont été simples.
- **Consolidation** : en 2 mois.

Observation 12 (1257)

- **Patient** : F.S, de sexe masculin, âgé de 25 ans.
- **Antécédents** : aucun.
- **Motif de consultation** : le patient dit avoir été victime d'accident de sport avec point d'impact au niveau de l'avant-bras droit, occasionnant une douleur avec impotence fonctionnelle totale.
- **Clinique** : déformation de l'avant-bras avec œdème sans ouverture cutanée. Les pouls étaient présents et il n'y avait pas de déficit sensitivomoteur.
- **Les radiographies standards** : de face et de profil de l'avant-bras droit ont permis d'objectiver une fracture transverse médio diaphysaire du radius avec perte de substance osseuse.
- **Le bilan préopératoire standard** était sans particularités.
- **Traitement chirurgical** : ostéosynthèse par plaque vissée spéciale radius avec comblement du site de perte de substance osseuse par du PRF.



Figure 54: Ostéosynthèse par plaque vissée spéciale radius



Figure 54: Radiographie de contrôle de l'ostéosynthèse

- **Le PRF** : deux membranes de PRF ont été obtenues à partir de deux tubes de **prélèvement** sanguin. Elles ont permis de combler la perte de substance osseuse du radius.



Figure 55: Comblement de la perte de substance par les membranes de PRF

- **Les suites opératoires** : ont été simples.
- **Consolidation** : en 2 mois et 10 jours.

Observation 13 (1260)

- **Patiente** : A. B. de sexe féminin, âgée de 54 ans.
- **Antécédents** : suivie pour HTA.
- **Motif de consultation** : la patiente a présenté, suite à un AVP, un traumatisme du membre supérieur droit occasionnant une douleur avec impotence fonctionnelle totale de ce membre.
- **Clinique** : attitude du traumatisé du membre supérieur droit, œdème du coude et douleur à la palpation.
- **Les radiographies standards** : ont permis d'objectiver une fracture sus et inter condylienne de la palette humérale.
- **Le bilan préopératoire standard** : était sans particularités.
- **Traitement chirurgical** : ostéosynthèse par plaque Lecestre avec vissage direct.



Figure 56 A



Figure 56 B

Figures 56 A et B : Ostéosynthèse par plaque Lecestre avec vissage direct

- **Le PRF** : Deux membranes de PRF, obtenues à partir de deux tubes secs, ont été utilisées pour combler le foyer de fracture.



Figure 57: Deux caillots de fibrine dont ont a détaché les culots d'hématie



Figure 58



Figure 59

Figures 58 et 59 : Comblement du foyer de fracture par les membranes de PRF

- **Les suites opératoires** : étaient simples.
- **Consolidation** : en 02 mois.

Observation 14

- **Patient** : S. K. âgé de 67 ans, de sexe masculin.
- **Antécédents**: suivi pour diabète.
- **Motif de consultation** : perte de substance cutanée de la plante du pied droit évoluant depuis 5 mois sans amélioration notable malgré les soins bien conduits.
- **Clinique** : mal perforant plantaire classé Grade I de Wagner et Grade I Stade A selon la classification d'Armstrong.



Figure 60: Mal perforant plantaire

- **Bilan préopératoire** : sans particularités.
- **Traitement chirurgical** : L'intervention a consisté en un parage suivi d'une couverture du site de perte de substance par le PRF.
- **Le PRF** : six membranes de PRF obtenues à partir de six tubes secs de 10 ml chacun. Les membranes ont permis de couvrir le site de perte de substance et ont finalement été suturées.

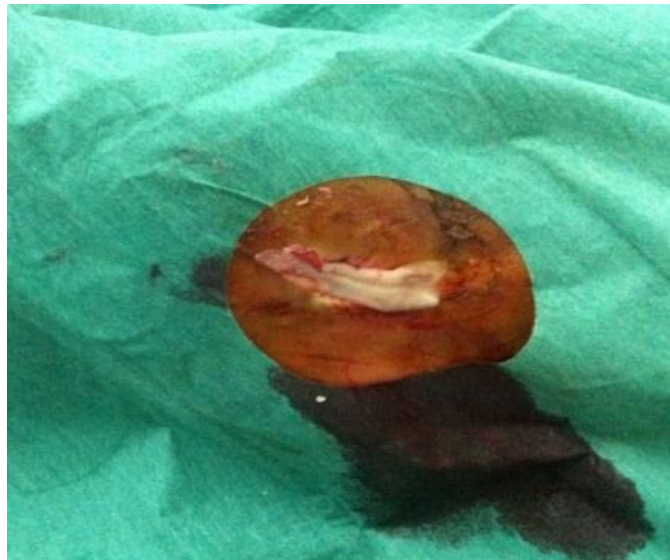


Figure 61: Couverture de la perte de substance
par deux membranes de PRF

- **Les suites opératoires** ont été simples.
- **Cicatrisation** : en 37 jours.

Observation 15 (1233)

- **Patient** : M. A. de sexe masculin, âgé de 23 ans.
- **Antécédents** : aucun.
- **Motif de consultation** : Le patient a présenté suite à un AVP une douleur et impotence fonctionnelle totale de la cheville gauche.
- **Clinique** : cheville douloureuse à la palpation (douleur exquise à la palpation en regard de la malléole externe) avec un œdème sans ouverture cutanée ni d'atteinte vasculo-nerveuse.
- **Les radiographies standards** : ont permis d'objectiver une fracture comminutive de la malléole externe.



Figure 62 A



Figure 62 B

Figures 62 A et B: Radiographies standards de face et de **profil de la**

- **Le bilan préopératoire** : a été sans particularités.
- **Traitement chirurgical** : ostéosynthèse par une plaque vissée 1/3 tube avec vissage direct.



Figure 63 A



Figure 63 B

Figures 63 A et B : Ostéosynthèse par plaque 1/3 tube avec vissage direct
(radiographies standards de contrôle)

- **Le PRF** : Deux tubes secs ont permis d'obtenir deux membranes de PRF qu'on a appliquées au niveau du foyer de fracture.
- **Les suites opératoires** : ont été simples.
- **Consolidation** : en 2 mois.

IV. TABLEAUX RECAPITULATIFS DES OBSERVATIONS

Nos patients ont été regroupés dans les tableaux qui suivent en fonction de leurs lésions respectives.

1. Tableau récapitulatif des fractures

Patient	Numéro d'ordre	Age	Sexe	Antécédents	Diagnostic	Siège de la lésion	Nombre de tubes	Présentation		Site d'application	Mode d'utilisation du PRF	Greffes osseuse	Type d'ostéosynthèse	Suites opératoires	Délai de consolidation
								Membrane	Cylindre						
1	1258	28	M	Tabagisme sévère	Fr. communitive radius	MS gauche	2	X		Foyer de fracture	Comblement	non	PV spéciale radius	simples	1 mois et demi
5	1240	42	M	Non	Fr transverse simple (2 os de jambe)	MI gauche	2	X		Foyer de fracture	Application	non	PV étroite de jambe	simples	03 mois
10	1262	56	M	Tabagisme	Fr communitive du plateau tibial externe avec tassement-séparation	MI gauche	4	X		Foyer de fracture	Comblement	oui	PV en T	simples	01 mois et 15 jours
11	1265	16	M	Allergie à la pénicilline	Fr simple des deux os de l'avant-bras avec perte de substance au niveau du cubitus	MS gauche	2	X (01)	X (01)	Foyer de fracture ulnaire	Comblement	non	PV 1/3 tube (Cubitus)	simples	02 mois
12	1257	25	M	Aucun	Fr complexe avec 3ème fragment et perte de substance osseuse (radius)	MS droit	2	X		Foyer de fracture (au niveau du site de perte de substance)	Comblement	non	PV spéciale radius	simples	02 mois et 10 jours
13	1260	54	F	HTA	Fr sus et intercondylienne de la palette humérale	MS droit	2	X		Foyer de fracture	Comblement	non	PV lecestre+ vissage direct	simples	02 mois
15	1233	23	M	Aucun	Fr communitive de la malléole externe	MI gauche	2	X		Foyer de fracture	Application	non	PV 1/3 tube+ vissage direct	simples	02 mois

M : masculin

F : féminin

Fr : fracture

MS : membre supérieur

MI : membre inférieur

PV : plaque vissée

2. Tableau récapitulatif des pseudarthroses

Patient	N°d'ordre	Age	Sexe	Antécédents	Diagnostic	Siège de la lésion	Nombre de tubes	Présentation		Site d'application	Mode d'utilisation du PRF	Greffe osseuse	Type d'ostéosynthèse	Suites opératoires	Consolidation
								Membrane	Cylindre						
2	1264	42	M	Aucun	Fr. négligée transverse de P1 du 4eme doigt	MS droit	02	X		Foyer de fracture	Comblement(01) – application(01)	non	PV à mini-fragments	simples	2 mois et 10 jours
3	1273	17	M	-Asthme -Fr bifocale tibia traitée par ECM il y'a 1 an	Pseudarthrose Tibia (foyer proximal)	MI gauche	04	X		Foyer de pseudarthrose	Application	oui	PV en T	simples	3 mois

M : masculin

Fr : fracture

MS : membre supérieur

MI : membre inférieur

PV : plaque vissée

P : phalange

3. Tableau récapitulatif des pieds diabétiques

Patient	N°d'ordre	Age	Sexe	Antécédents	Diagnostic	Siège de la lésion	Classification		Nombre de tubes	Présentation		Site d'utilisation	Mode d'utilisation du PRF	Suites opératoires	Délai de cicatrisation
							Wagner	Armstrong		Membrane	Cylindre				
6	1279	30	M	-Tabagisme -Diabète -Mise à plat de phlegmon du pied gauche il y'a 2 ans	Mal perforant plantaire	MI gauche (plante du pied)	grade I	grade I stade A	02	X		Site de perte de substance	Couverture+ sutures	simples	35 jours
7	1297	67	M	Diabète	Ulcère de jambe	Face antéro-externe du 1/3 inférieur de la jambe gauche	Grade I	Grade I stade A	06	X		Site de perte de substance	Couverture + sutures	simples	30 jours
8	1298	39	F	Diabète	Ulcère de jambe	Face antérieure du ¼ inférieur de jambe gauche	Grade II	Grade II Stade A	04	X		Site de perte de substance	Couverture + sutures	simples	35 jours
14	Médecine A	67	M	Diabète	Mal perforant plantaire	Plante du pied droit	Grade I	Grade I Stade A	06	X		Site de perte de substance	Couverture+ sutures	simples	37 jours

M : masculin

F : féminin

MI : membre inférieur

4. Tableau récapitulatif de l'arthrodèse de cheville

Patient	N°d'ordre	Age	Sexe	Antécédents	Diagnostic	Siège de la lésion	Nombre de tubes	Présentation		Site d'application	Type d'application	Grefe osseuse	Type d'ostéosynthèse	Suites opératoires	Délai de consolidation
								Membrane	Cylindre						
9	1261	34	M	-Poliomyélite -Tabagisme, consommation de toxiques	Pied en varus équin invétéré	Pied gauche	02	X		Articulation médio tarsienne (site d'arthrodèse)	Comblement	non	Fixation par agrafes (après élongation du TA, ostéotomie et arthrodèse de la médiotarsienne)	simples	02 mois

M : masculin

TA : tendon d'Achille

5. Tableau récapitulatif du cal vicieux

Patient	N° d'ordre	Age	Sexe	Antécédents	Diagnostic	Siège de la lésion	Nombre de tubes	Présentation		Site d'application	Mode d'utilisation du PRF	Greffes osseuse	Type d'ostéosynthèse	Suites opératoires	Consolidation
								Membrane	Cylindre						
4	1263	32	M	Fracture négligée du cubitus depuis 5 mois (jbira)	Cal vicieux du cubitus	Membre supérieur droit	02	X		Foyer de fracture (cal)	Application	non	PV 1/3 tube + vis directe	simples	65 jours

M : masculin

PV : plaque vissée



Résultats

I. Le PRF

1. Nombre de tubes

Nous avons utilisé 02 ,04 ou 06 tubes par patient. 67% (10 patients) de nos patients ont bénéficié de 02 tubes, 20% (03 patients) de 04 et 13% (02 patients) de 06 tubes (Figure 64).

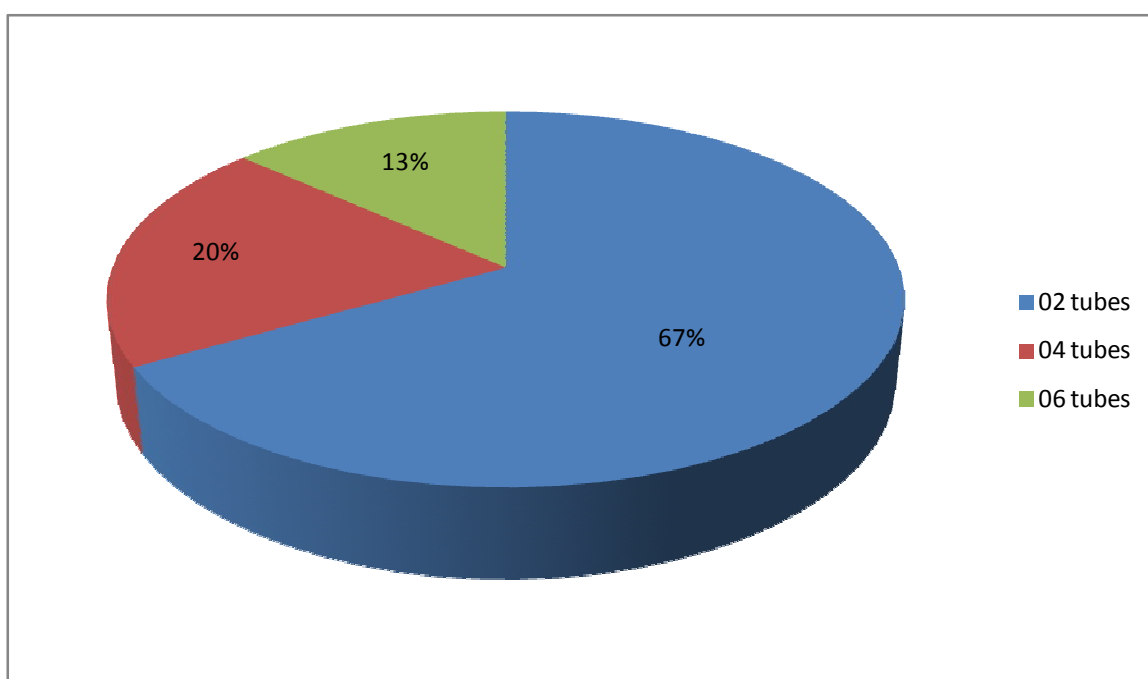


Figure 64: Répartition des patients en fonction du nombre de tubes utilisé

2. Nombre de centrifugations par patient

Pour les deux patients chez qui nous avons prélevé 6 tubes, 1 tube a coagulé chez l'un et 2 tubes ont coagulé chez l'autre. Nous avons dû réaliser des prélèvements supplémentaires et effectuer une seconde centrifugation pour chacun des deux patients (Figure 65).

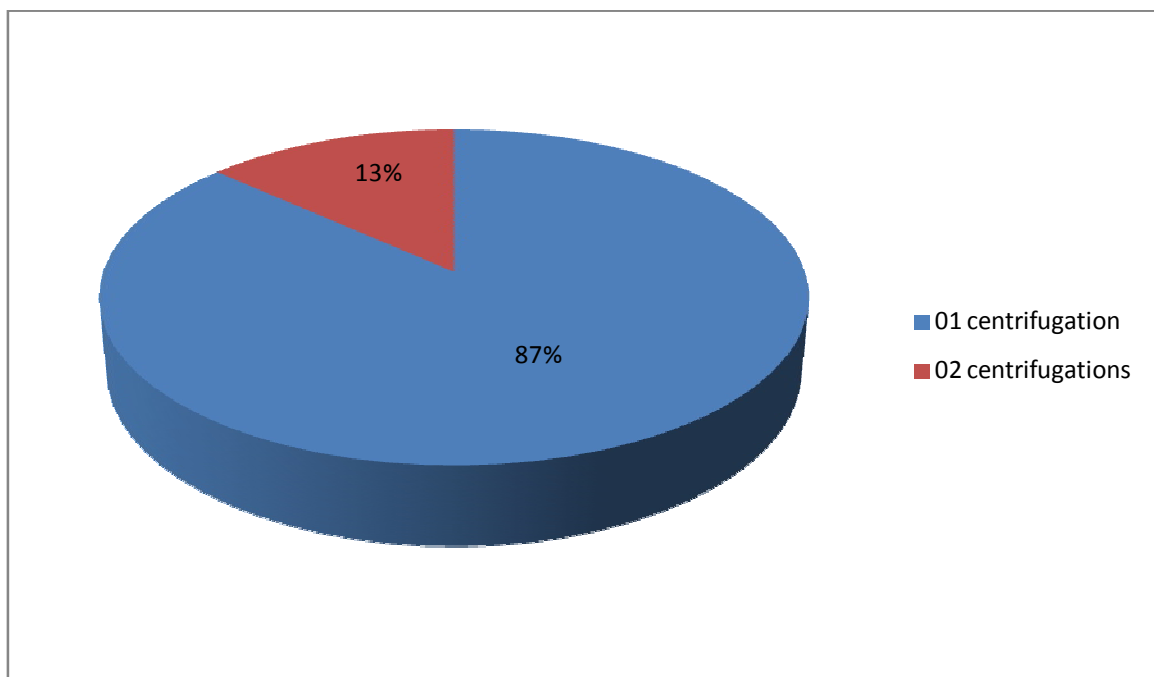


Figure 65: Répartition des patients en fonction du nombre de centrifugations réalisées

3. Forme de PRF utilisée (Membrane / cylindre)

Pour notre série de cas, le PRF a été utilisé sous forme de membrane chez tous nos patients. Cette membrane a été associée à la forme de cylindre chez un seul patient.

4. Application du PRF

Le PRF obtenu a été appliqué 04 fois au niveau du site opératoire (foyer de fracture, site de perte de substance osseuse ou cutanée, foyer de pseudarthrose..). Les autres fois le PRF a servi au comblement du site opératoire (chez 06 patients), avec une application de membrane associée chez 01 patient. Enfin le PRF a permis la couverture du site de perte de substance par des membranes finalement suturées lorsqu'il s'agissait de perte de substance cutanée (pour 04 patients) (Figure 66).

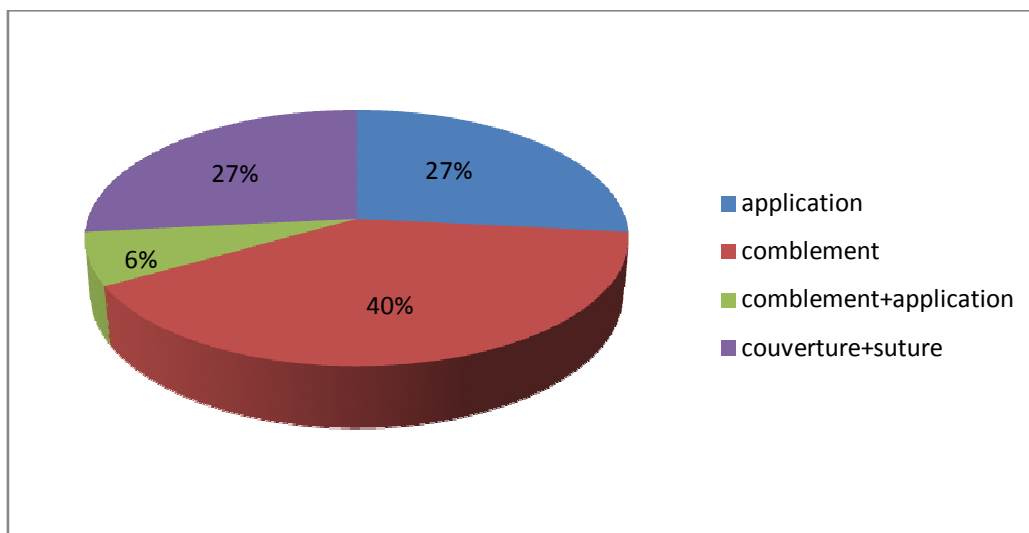


Figure 66: Mode d'application du PRF

II. Etude épidémiologique

1. L'âge

Les patients inclus dans notre étude avaient un âge moyen de 41,5 ans, avec des extrêmes de 16 et 67 ans.

La majorité avait un âge adulte jeune allant de 15 à 35 ans (8 patients sur 15) (Figure 67).

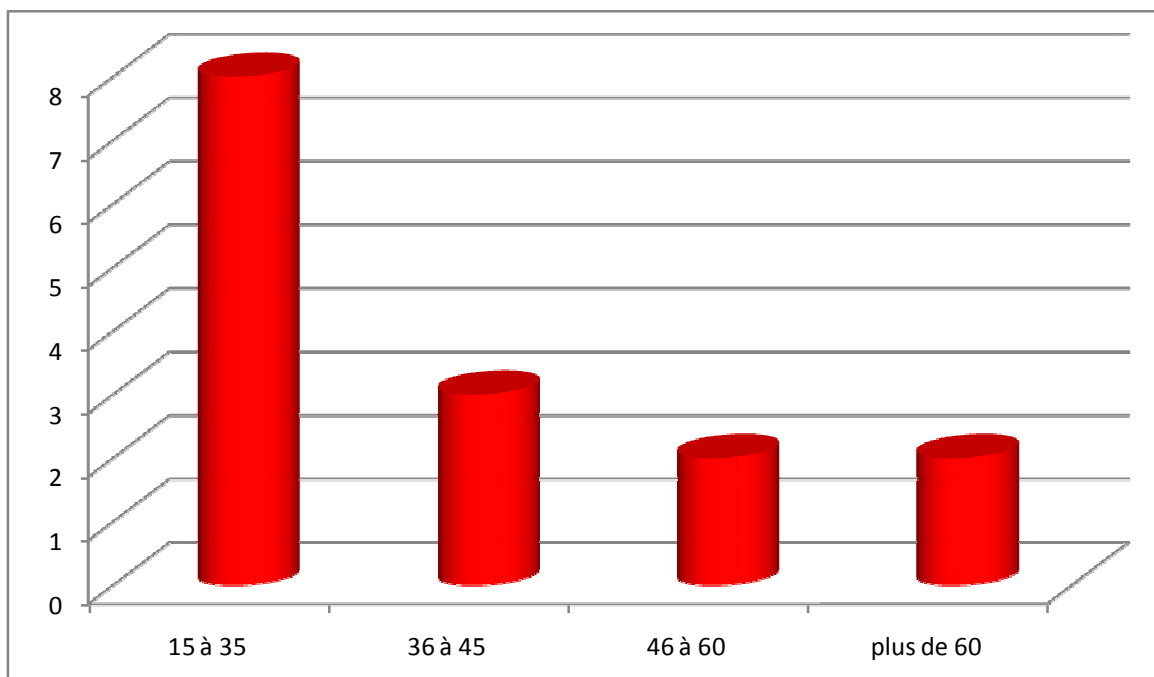


Figure 67: Répartition des patients selon l'âge

2. Le sexe

Nous avons noté une nette prédominance masculine de 87% dans notre série de 15 cas (Figure 68).

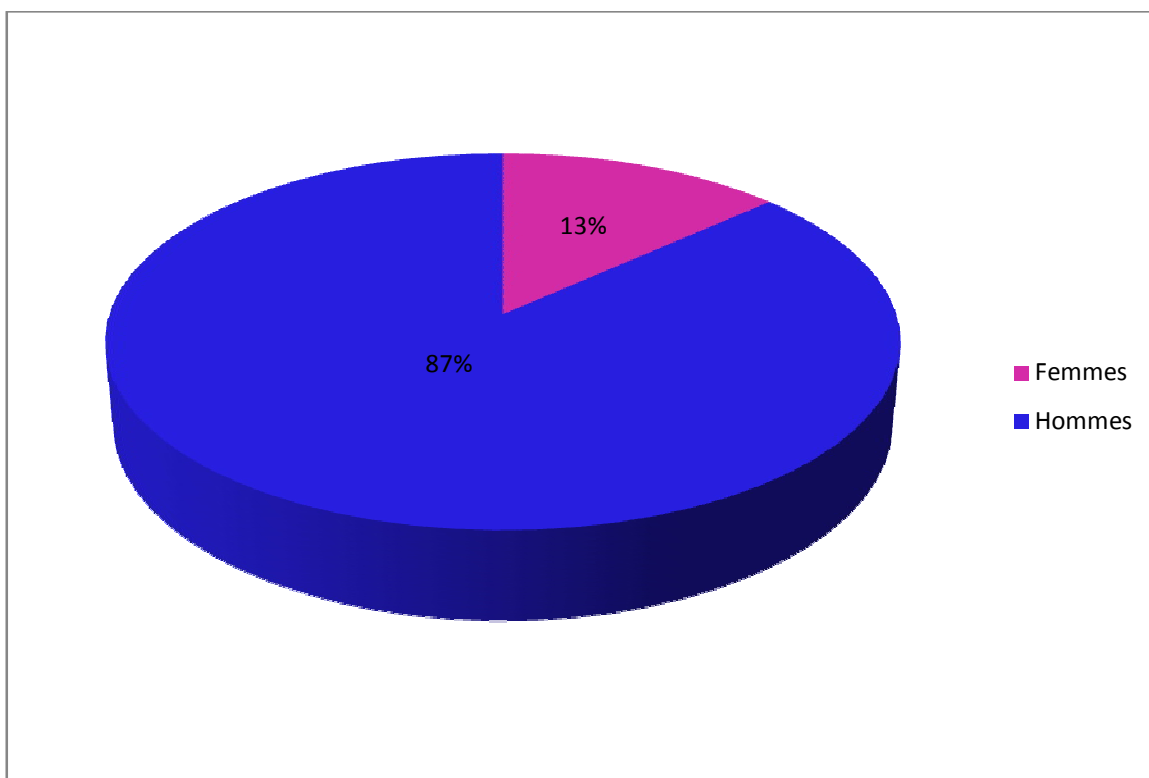


Figure 68: Répartition des patients selon le sexe

3. Antécédents

Nous avons retrouvé la notion de diabète chez 4 de nos patients, les habitudes toxiques chez 5 d'entre eux et un seulement était asthmatique (Figure 69).

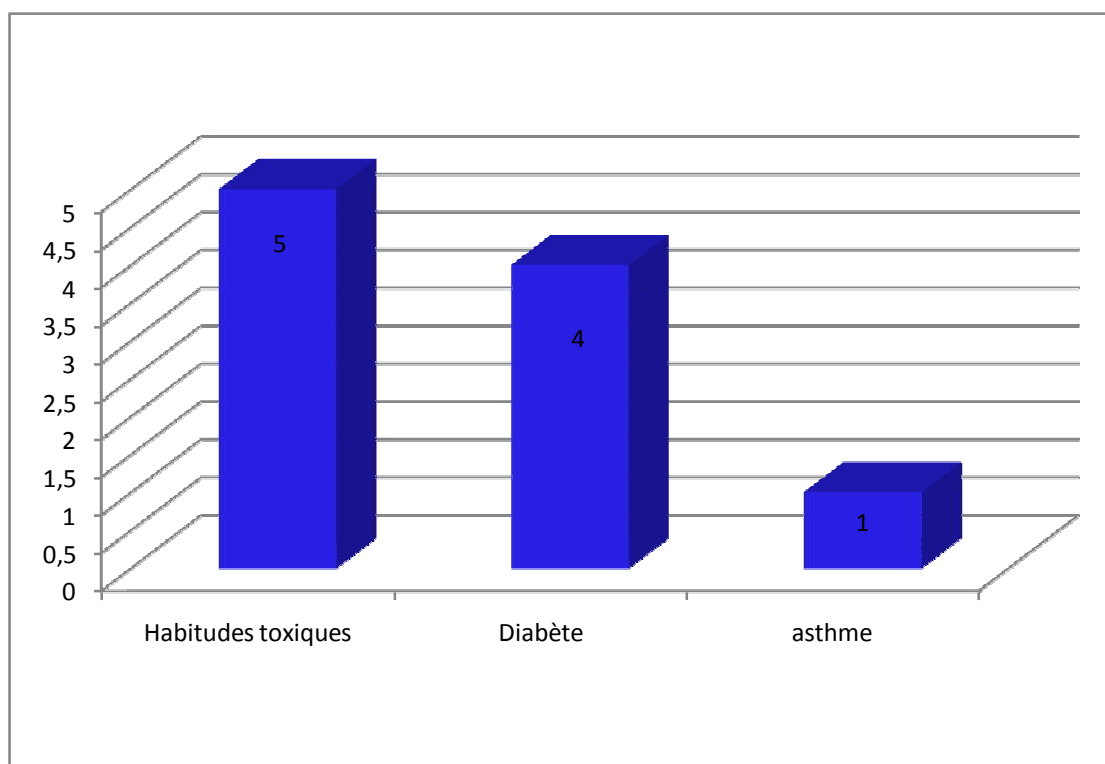


Figure 69: Co-morbidité chez nos patients

4. Membre atteint

Les lésions concernaient le membre supérieur pour 7 patients et le membre inférieur pour les 8 autres (Figure 70).

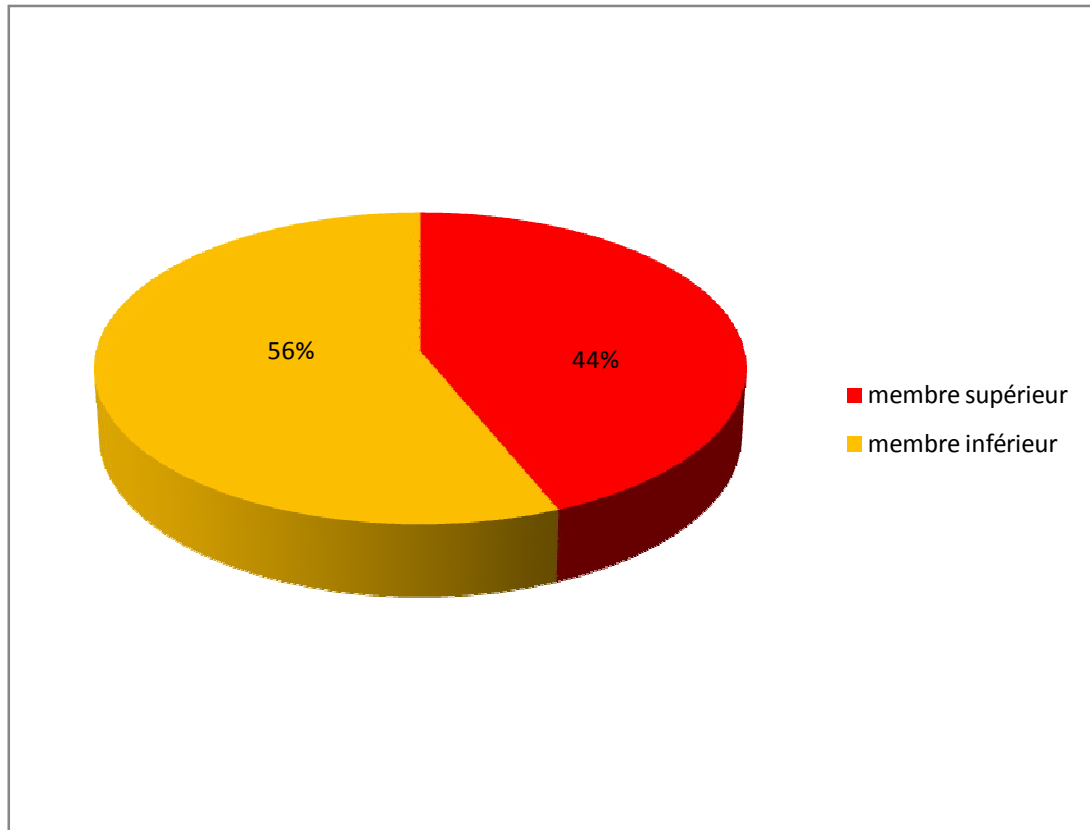


Figure 70: Membre atteint

Dans notre série, nous n'avons pas noté de différence selon l'âge, le sexe, les antécédents et le membre atteint pour l'efficacité du PRF. Cependant le nombre de cas est insuffisant pour avoir des conclusions significatives.

5. Répartition des patients selon la pathologie

Sept de nos patients ont présenté des fractures, associées dans deux cas à une perte de substance osseuse. Nous avons aussi inclut deux cas de pseudarthroses, un cas de cal vicieux, un cas d'arthrodèse et quatre cas de maux perforants plantaires et d'ulcères de jambe (Figure 71).

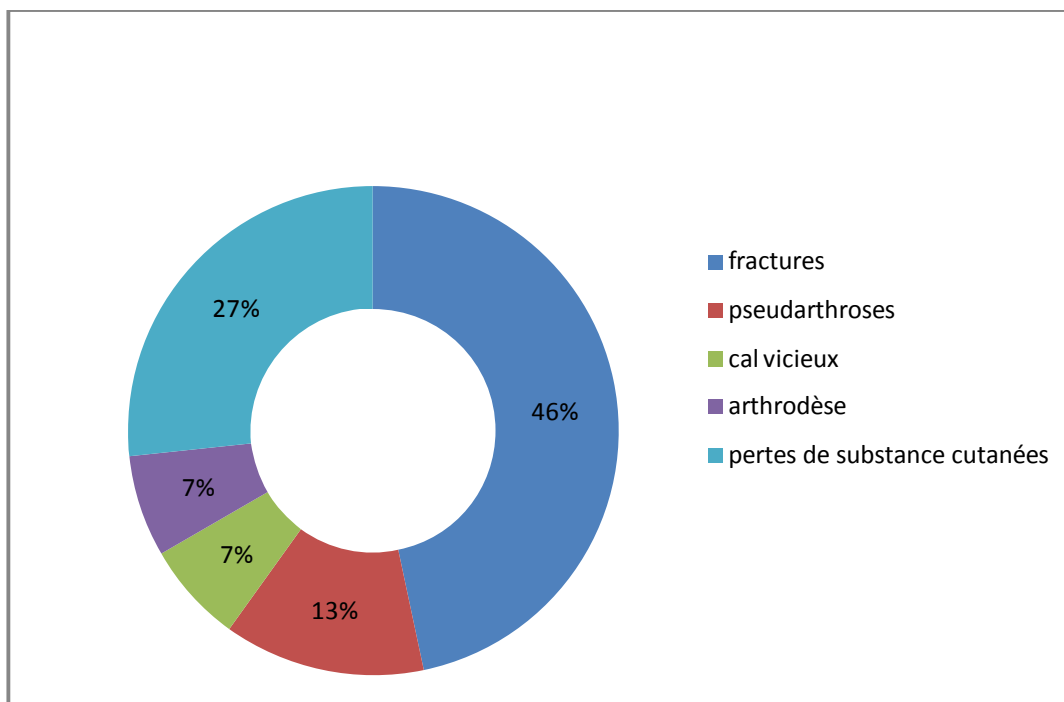


Figure 71: répartition des patients selon leur pathologie

III. RESULTATS CLINIQUES ET RADIOLOGIQUES

1. Fractures

Tous nos patients ayant une fracture se sont présentés aux urgences pour une douleur avec impotence fonctionnelle totale du membre atteint, sans ouverture cutanée. Des radiographies standards du membre atteint ont été effectuées pour l'ensemble de nos patients ; elles ont permis d'objectiver différents types de fractures (Tableau III).

Tableau III: Description des fractures objectivées sur des clichés de radiographie standard

Patient	Radiographie standard
n°1	Fracture transverse, avec petit fragment, de la jonction 1/3 supérieur 1/3 moyen du radius.
n°5	Fracture transverse déplacée du ¼ inférieur des deux os de la jambe.
n°10	Fracture du plateau tibial externe avec composante de tassement et de séparation.
n°11	Fracture simple de la diaphyse des deux os de l'avant-bras, avec perte de substance au niveau du cubitus.
n°12	Fracture transverse médio-diaphysaire du radius avec perte de substance osseuse.
n°13	Fracture sus et inter-condylienne de la palette humérale.
n°15	Fracture comminutive de la malléole externe.

2. Pseudarthroses

Deux patients inclus dans notre étude présentaient une pseudarthrose. Ils ont consulté pour douleur et impotence fonctionnelle partielle du membre atteint (Tableau IV).

Tableau IV : Eléments de l'examen physique et radiologiques concernant les patients présentant des pseudarthroses

Patient	Déformation	Mobilité du foyer	Signes radiologiques
n°2	Non	Oui	Pseudarthrose 1 ^{ère} phalange du 4 ^{ème} doigt droit
n°3	Oui : varus	Oui	Pseudarthrose du tibia sur ECM, (foyer proximal)

3. Cal vicieux

Le patient numéro 4 a consulté pour une douleur et impotence fonctionnelle de l'avant-bras droit. Le membre était déformé. Les radiographies standards ont permis d'objectiver un cal vicieux du cubitus.

4. Arthrodèse

Il s'agit d'un présentait un pied varus équin invétéré en rapport avec des séquelles de poliomyélite objectivées à la radiographie standard.

5. Pied diabétique

Les patients admis pour perte de substance cutanée ne présentaient pas de douleur ni de signes infectieux. Il n'y avait aucun signe d'ostéite sur les clichés de radiographie standard (Tableau V).

Tableau V : Sièges et classification des pertes de substances cutanées des pieds diabétiques

Patient	Siège de la perte de substance	Classification de Wagner	Classification d'Armstrong
n°6	Plante du pied gauche	Grade I	Grade I Stade A
n°7	Face externe de la cheville droite	Grade I	Grade I Stade A
n°8	Face antérieure du ¼ inférieur de jambe gauche	Grade II	Grade II Stade A
n°14	Plante du pied droit	Grade I	Grade I Stade A

IV. RESULTATS BIOLOGIQUES

Un bilan préopératoire standard a été réalisé pour les 15 patients. Il comprenait : une NFS, un ionogramme et un TP-TCA.

Ce bilan s'est révélé normal pour la majorité des patients.

Un seul a présenté une hyperleucocytose chiffrée à 10500 / mm³ (avec hyperglycémie à jeun de 1,03 g / dl) (le patient n° 9, admis pour arthrodèse de la cheville) un autre une glycémie à jeun de 1,2 g / dl (le patient n°4, présentant un cal vicieux du cubitus).

V.TRAITEMENT CHIRURGICAL - EVOLUTION

1. Fractures

Toutes les fractures ont été traitées par ostéosynthèse et par PRF (Tableau VI).

Tableau VI : Traitement chirurgical et délai de consolidation des fractures

Patient	Nombre de tubes de PRF	Type d'ostéosynthèse	Grefe osseuse	Délai de consolidation
n°1	02	PV spéciale radius	Non	1mois et demi
n°5	02	PV étroite de jambe	Non	3 mois
n°10	04	PV en T	Oui	1 mois 15 jours
n°11	02	PV 1/3 tube	Non	2 mois
n°12	02	PV spéciale radius	Non	2 mois 10 jours
n°13	02	PV lecestre + vissage direct	Non	2 mois
n°15	02	PV 1/3 tube + vissage direct	Non	2 mois

2. Pseudarthroses

Les patients admis pour pseudarthrose ont bénéficié d'une ostéosynthèse et d'adjonction de PRF. La greffe osseuse a été utilisée pour un seul cas (Tableau VII).

Tableau VII : Traitement chirurgical et délai de consolidation des pseudarthroses

Patient	Nombre de tubes de PRF	Type d'ostéosynthèse	Greffe osseuse	Délai de consolidation
n°2	02	PV à mini fragments	Non	2 mois 10 jours
n°3	04	PV en T	Oui	3mois

3. Greffe osseuse

Seuls les patient n°10 (fracture du plateau tibial externe avec tassement séparation) et n°3 (pseudarthrose du tibia) ont bénéficié d'une greffe osseuse cortico-spongieuse provenant de la crête iliaque homolatérale (Figure 72).

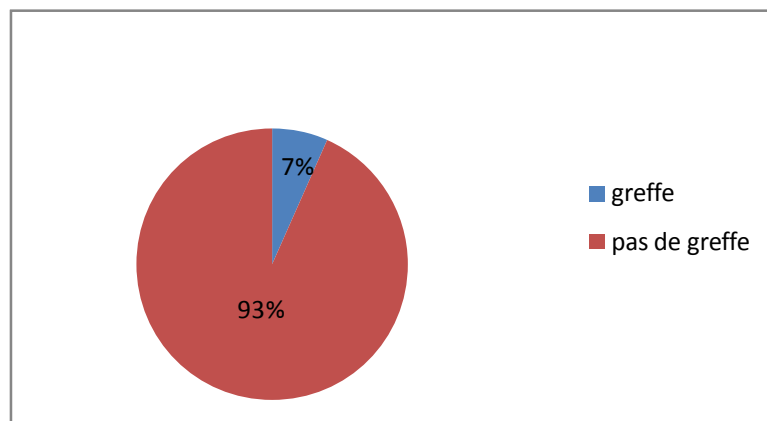


Figure 72 : Répartition des patients en fonction d'utilisation ou pas de greffe osseuse associée

4. Cal vicieux

Le cal vicieux du patient n° 4 a été traité par ostéosynthèse par plaque vissée de jambe avec vissage direct, associé au PRF obtenu à partir de 02 tubes de prélèvement sanguin. Nous n'avons pas eu recours à une greffe osseuse et la consolidation s'est faite en 65 jours (01 mois et 05 jours).

5. Arthrodèse de la cheville

Le patient n°9 a présenté une séquelle de poliomyélite à type de pied en varus équin invétéré que nous avons traité par allongement du tendon d'Achille, ostéotomie avec arthrodèse de la médio tarsienne et ostéosynthèse par agrafes. 02 tubes de PRF ont été utilisés sur le site d'arthrodèse. Le délai de consolidation a été de 02 mois.

6. Pied diabétique

Le nombre de tubes utilisés pour obtenir du PRF a varié de 02 à 06 tubes en fonction de l'étendue de la perte de substance cutanée et en tenant compte des classifications de Wagner et d'Armstrong (Tableau VIII).

Tableau VIII : délai de cicatrisation des pertes de substances cutanées et nombre des tubes de PRF utilisés pour leur traitement

Patient	Nombre de tubes de PRF	Délai de cicatrisation
n°6	02	35 jours
n°7	06	30 jours
n°8	04	35 jours
n°14	06	37 jours

7. Complications

Tous les patients ont connu des suites simples en post-opératoire immédiat. En effet, aucun de nos patients n'a présenté d'infection ni de déplacement secondaire.

Des douleurs post opératoires immédiates ont été jugulées par les antalgiques habituels.

Aucune complication n'a été notée à moyen et long terme, notre recul allant de 6 à 12 mois.



Discussion

I. HISTORIQUE

Le phénomène de remodelage tissulaire est un véritable dilemme pour toutes les spécialités chirurgicales. Après chaque intervention, être capable de réguler l'inflammation et de garantir une cicatrisation la plus potentialisée possible reste un vrai défi pour les chirurgiens.

C'est ainsi que de nombreux protocoles faisant appel à des concentrés plaquettaires ont vu le jour.

Ces concentrés plaquettaires étaient exclusivement exploités par les domaines d'investigation d'hématologie [2,3] qui cherchaient à améliorer les transfusions sanguines dans certaines situations chirurgicales extrêmes comme les pontages coronariens ou les greffes cardiaques. On parlait alors d'éponges de collagène, de cellulose oxydée, de colles cyanoacrylates synthétiques ou encore de colles de fibrine, faites de fibrinogène polymérisant sous l'action de thrombine et de calcium.

➤ Années 70

Ces colles de fibrine sont les mieux documentées. Elles ont été décrites pour la première fois en 1970 [4]. Préparées à partir de plasma collecté par les banques de sang, elles présentaient une stabilité peu satisfaisante ainsi qu'un risque infectieux. C'est ce risque de contamination qui a entraîné leur interdiction aux Etats-Unis, dès 1978.

➤ **Années 80**

Les colles de fibrine à base de cryo-précipités apparurent secondairement dans les années 80 [5,6]. Elles étaient plus stables mais présentaient un risque infectieux marqué.

➤ **Années 90**

Le thermo-traitement des colles de fibrine a conduit à des produits de scellement à base de fibrine. Ces nouveaux produits ont été mis sur le marché car ils présentaient un risque infectieux diminué. L'exemple le plus marquant en est le Tisseel® (Baxter HealthcareCorp) mis au point en 1990 [7].

Les recherches et les tentatives de mise au point de produits autologues ont été motivées par l'interdiction de commercialisation des colles de fibrine aux Etats-Unis. Elles ont abouti, au début des années 90 [8], à des colles biologiques à base de fibrine autologue. « C'étaientt d'excellents agents hémostatiques » [2] comme l'illustre par exemple Tayapongsak en décrivant son « autologus fibrin adhesive (AFA) » (1994 [9]). Elle servait à maintenir les fragments des greffes osseuses dans une masse cohérente et, par la même occasion, à éviter les séquestres osseux postopératoires. Cette colle restait cependant trop coûteuse et trop complexe à confectionner.

L'orientation fut ensuite menée vers la simplification des protocoles et l'utilisation de facteurs de croissance dans le concept de thérapie cellulaire. Les concentrés plaquettaires sont apparus : les technologies reposaient toujours sur l'extraction et la polymérisation de fibrine, mais cherchaient désormais à récolter les plaquettes présentes dans un prélèvement sanguin [10].

Les premiers concentrés plaquettaires utilisés comme adjuvants chirurgicaux ont d'abord été arbitrairement nommés PRP (platelet-rich plasma) (introduits par Marx et al. en 1998 [11,12]), puis cPRP (concentrated PRP) [13] pour les différencier des concentrés plaquettaires standards de l'hématologie transfusionnelle.

Ces nouveaux protocoles étaient basés sur une idée très simple : juste avant l'intervention, le prélèvement était fait sous anticoagulant, pour éviter l'activation et la dégranulation des plaquettes.

Ce prélèvement était immédiatement transformé en concentré plaquettaire et ce grâce à deux familles de protocoles différents :

Les premières années on parlait de « techniques lourdes » issues des méthodes transfusionnelles. Elles se servaient d'un séparateur de cellules du laboratoire d'hématologie qui permettait une plasmaphérèse [14]. Celle-ci se faisait soit à flux discontinu – le patient restait connecté à la machine qui lui filtrait le sang jusqu'à obtenir le nombre de plaquettes souhaité- ou à partir d'une poche de 500 ml de sang prélevé sous anticoagulant.

La recherche s'est ensuite orientée vers des techniques utilisant des machines de plus en plus simples, spécifiques et automatisées. C'est ainsi que les protocoles « Curasan » et « Friadent-Schutz » ont permis de décrire une application basique du concept. Ils utilisaient tous les deux des centrifugeuses de laboratoires standard avec leur jeu de tubes de 10 ml remplis de sang citraté (anticoagulant CPDA) [15,16].

La simplification des centrifugeuses a mené vers le « Platelet concentrate collection system » (PCCS®). Il a permis une automatisation des protocoles antérieurement décrits tout en gardant leurs principes [17]. Il est adapté aux conditions de l'exercice chirurgical, mais nécessite trop d'interventions humaines ; d'où la machine à faire du cPRP, dite aussi *HarvestSmartPreP*®. Facile à manier [18], son fonctionnement était très simple : un dispositif constitué d'une double chambre de centrifugation, l'une pour le sang et l'autre pour le plasma, permettant une décantation et une séparation automatique des différentes strates du sang centrifugé. Le programme standard de préparation ne durait que 12 minutes et il était impossible d'en modifier les paramètres (temps ou vitesse).

➤ **Années 2000**

Ces techniques de production du cPRP aboutissaient à un produit sous forme de gel. Deux méthodes permettaient sa transformation en membrane : la première décrite par Sonnleitner (en 2000) [19] consistait à mélanger la fraction de concentré plaquettaire au fibrinogène composant la colle biologique Tisseel®. La deuxième consistait en l'utilisation de membranes synthétiques dont la texture permettait l'absorption du gel de cPRP. Cela permettait de rendre ces membranes bioactives par ajout de facteurs de croissance [2].

En 2001, J.Choukroun et al. [20,21] en obtenant un produit sans aucune modification biochimique que ce soit l'ajout d'anticoagulants ou de thrombine bovine, crée un concentré plaquettaire de 2^{ème} génération, le PRF (platelet-rich fibrin) [20]. Il contrecarre ainsi les restrictions légales françaises quant à la réimplantation et la manipulation des produits dérivés de sang (ajouts d'anticoagulants, de thrombine bovine [2]).

Les utilisations du PRF ont été larges depuis sa mise au point. Mais c'est en chirurgie maxillo-faciale et dentaire qu'il a le plus été exploité [22]. Ainsi, il servait par exemple à la couverture des racines dentaires [23], au traitement des pertes de substances et fractures du palet et de la mandibule [24,25].

D'autres spécialités chirurgicales ont aussi eu recours au PRF. En chirurgie plastique [26], il a été utilisé pour les rhinoplasties, les lipostructures faciales, le traitement des rides, de l'acné ou des escarres... [27,28]. Les chirurgiens orthopédistes l'ont utilisé pour les lésions cartilagineuses [29].

Cependant, l'utilisation du PRF en chirurgie traumatologique et orthopédique reste très pauvre et les publications à cet effet ne sont pas nombreuses.

Au Maroc, à notre connaissance, aucun travail n'a été publié avec utilisation du PRF en traumatologie orthopédie.

II. PHYSIOLOGIE DU PRF

Le PRF a été mis au point en France par J.Choukroun et al [20,21], en utilisant une technique ne nécessitant ni anticoagulant, ni thrombine bovine ou tout autre agent gélifiant.

Il a pu ainsi esquiver toutes les restrictions des lois françaises liées à la réimplantation des produits considérés dérivés du sang, vu qu'il s'agit uniquement de sang centrifugé, sans aucun ajout de produit.

Le protocole est simple. Il commence par un prélèvement de sang total qui est réalisé dans des tubes secs de 10 ml. Ces tubes sont immédiatement centrifugés à une vitesse de 2700 tours par minute pendant 12 minutes. L'absence d'anticoagulants dans le tube entraîne le déclenchement des cascades de réaction de la coagulation. Cette dernière se solde par la formation de fibrine, la dite fibrine qui aura un maximum de plaquettes piégées au sein de ses mailles.

Le résultat final est un caillot de fibrine chargé de sérum plasmatique et enrichi en plaquettes. Il suffit alors de chasser les fluides piégés dans cette trame de fibrine pour obtenir une membrane (ou un cylindre) très résistante à base de fibrine pontée.

A. Rappels biologiques

1. Fibrine

a.) Biologie moléculaire et mécanismes élémentaires

La fibrine est la forme activée du fibrinogène. Il s'agit d'une molécule plasmatique fibrillaire, de 46 nm de long et de 340 KDa de poids moléculaire. Elle est faite de six chaînes polypeptidiques identiques deux à deux : deux chaînes αA , deux chaînes βB et deux chaînes γ . Les chaînes identiques se lient par leur extrémité N-terminale au centre de la molécule au niveau du domaine globulaire E. Les deux extrémités de la molécule contenant les extrémités C-terminales sont des domaines globulaires, appelés domaines D. Le domaine E est lié aux domaines D par des segments où les trois chaînes sont spiralées (Figure 73) [30].

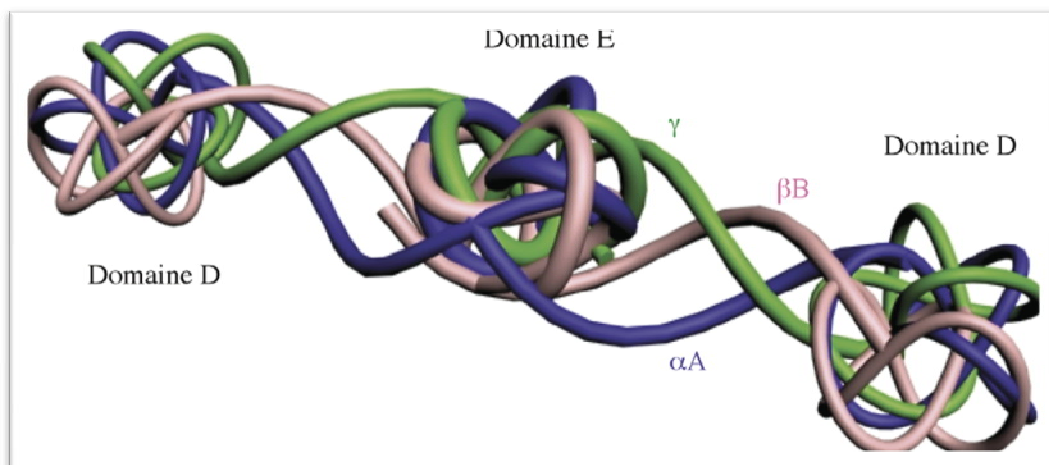


Figure 73 : Modèle d'une molécule de fibrinogène [30]

Le fibrinogène est présent dans le plasma et les granules α des plaquettes. Il joue un rôle important dans l'agrégation plaquettaire, en constituant une véritable colle renforçant l'amas des plaquettes. Ceci est effectué après sa transformation en fibrine, devenant insoluble par la thrombine. La première matrice cicatricielle est ainsi formée.

b) Fibrine et hémostase

La coagulation plasmatique correspond à la succession de plusieurs réactions enzymatiques, sous forme de cascades de réaction d'activation de 12 facteurs de coagulation entre eux, aboutissant à la formation de thrombine.

Elle se fait selon deux phases : intrinsèque et extrinsèque, qui se rejoignent au niveau de l'activation du facteur X. Le facteur Xa va s'intégrer dans la prothrombinase qui est un complexe protéique comprenant en plus, le facteur V, les phospholipides de la membrane plasmique et le calcium. Il a pour effet la protéolyse de la prothrombine en thrombine. Celle-ci clive le fibrinogène en fibrine, et initie alors la polymérisation du gel de fibrine. Ainsi, la thrombine amplifie sa propre formation en activant les plaquettes qui sont de passage à proximité, et en activant ainsi d'autres cellules, à savoir les leucocytes et les cellules endothéliales.

La fibrinolyse, dernière étape de l'hémostase, consiste en la résorption graduelle du mur de la fibrine, sous l'effet de la protéase issue de l'activation du plasminogène plasmatique.

c) Fibrine et cicatrisation

Une fois constituée, la matrice de fibrine permet d'une part d'obstruer la brèche vasculaire, et va constituer d'autre part le guide pour la cicatrisation. Ainsi, grâce à sa configuration spatiale et les facteurs de croissance qu'elle renferme, elle va assurer le recrutement, la migration, l'adhésion et l'orientation de la différenciation des différents types cellulaires nécessaires à la reconstruction tissulaire, que ce soient les monocytes, les fibroblastes ou les cellules endothéliales. Ceci favorise la revascularisation, aussi dite angiogénèse.

d) Propriétés de la fibrine des concentrés plaquettaires

La présence de matrice vierge stimule la prolifération cellulaire.

La trame de fibrine permet d'une part une colonisation rapide et organisée par les fibroblastes et les cellules endothéliales, et d'autre part assurer les phénomènes de remodelage. De nouveaux vaisseaux seront élaborés et vont irriguer le site cicatriciel. Le flux vasculaire sera chargé en plasmine qui va dégrader les restes du caillot de fibrine.

La fibrine a le pouvoir de diriger la conversion de cellules souches mésenchymateuses en cellules ostéogéniques [31].

2. Plaquettes

Les plaquettes sont des structures anucléées et discoïdes, produites à partir de mégacaryocytes.

Elles renferment au sein de leur cytoplasme plusieurs granules qui sont sécrétés lors de leur activation. Parmi ces granules, on note les granules α , qui renferment du fibrinogène, la protéine soluble qui se transforme en fibrine, insoluble.

Il est à noter que lors de la préparation du PRF, les cytokines plaquettaires restent piégées dans les mailles de fibrine du PRF, et qu'elles ne sont pas retrouvées dans le liquide surnageant [32] (Figure 74) [2].

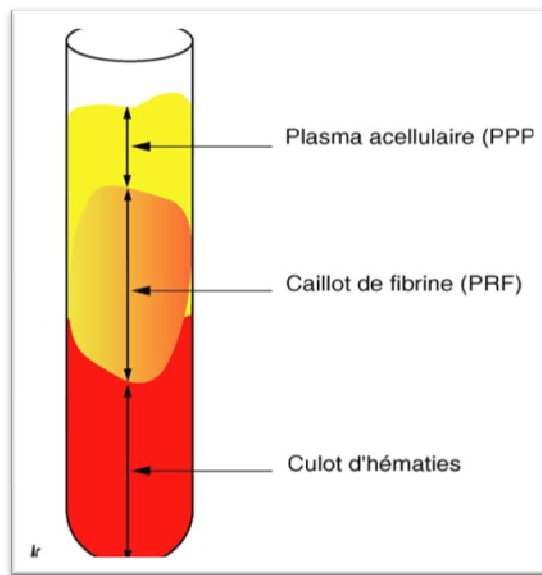


Figure 74: Les dosages de cytokines par test ELISA montrent que les cytokines plaquettaires sont piégées dans les mailles de fibrine du PRF [2].

B. Le PRF en pratique

Le PRF peut être considéré comme un gel de fibrine enrichi en sérum. En d'autres termes, une matrice chargée en éléments nutritifs et adaptée à une colonisation cellulaire efficace.

Généralement utilisé sous forme de membranes ou de cylindres obtenus à partir de gel, le PRF ou plutôt le caillot de fibrine est formé sans agents anticoagulants ni thrombine. Il est assimilé à un véritable support *in vivo*.

En plus de ses capacités à protéger les sites opératoires et à favoriser la cicatrisation, il peut diriger le développement et le remodelage dans des sites sujets à des remaniements importants.

1. Applications du PRF

Elles sont très nombreuses. On s'intéressera dans notre étude aux applications en orthopédie et en traumatologie.

a) Greffes osseuses

En partant du principe que le PRF est fait de matrice de fibrine autologue chargée de cytokines plaquettaires et leucocytaires secrétées lors de la centrifugation [32-33] , ces dites cytokines seront relarguées progressivement et de façon prolongée, le long de la dégradation de la fibrine.

Il s'en suit quatre conséquences sur le site de la greffe osseuse :

Le rôle mécanique du caillot de fibrine, qui assurera une certaine stabilité pour le biomatériau d'une part, et donnera une consistance biomécanique cruciale pour le greffon en cas de son utilisation.

La néoangiogénèse, à partir des cellules endothéliales issues de migration cellulaire, sera fondamentale pour la survie du greffon.

Un phénomène cicatriciel entretenu, du fait du relargage progressif des cytokines, est le même utilisé par l'organisme, et dont la réalisation a été longtemps difficile d'une manière synthétique.

La présence simultanée de leucocytes et de cytokines dans le caillot de fibrine a un rôle autorégulateur des phénomènes inflammatoires et infectieux au sein de la greffe.

b) Cicatrisation dirigée

On peut considérer le PRF comme un pansement de fibrine. Il dispose d'une architecture à faible concentration de thrombine. Ainsi, la membrane de fibrine devient propice aux migrations cellulaires, qu'elles soient fibroblastiques ou endothéliales. Ceci implique d'une part une angiogénèse rapide, et d'autre part un remodelage aisé de la matrice de fibrine en un tissu conjonctif résistant.

III. TECHNIQUE D'OBTENTION DU PRF

La technique de J.Choukroun du PRF est une procédure innovante qui ne nécessite pour sa réalisation aucun agent gélifiant, que ce soit un anticoagulant ou de la thrombine bovine.

1. Centrifugation

Le nombre de tubes peut être de 2, 4, 6, ou 8. Le nombre pair est une précaution qu'il faut prendre pour garantir le bon déroulement et l'efficacité de la centrifugation. En effet, les tubes doivent être placés de façon symétrique dans la centrifugeuse de telle sorte à éviter tout déséquilibre et donc tout échec de la procédure. Ainsi, le poids des tubes qui se font face dans le rotor de la centrifugeuse doit être équivalent. Si le nombre de tubes prélevés est impair, un tube rempli d'eau peut être utilisé (T.S.Hassani et al. 2009) [1].

Dans notre série de 15 patients traités avec du PRF, le nombre de tubes utilisés a été de 2, 4 ou 6. La centrifugation s'est déroulée de façon standard pour tous les cas : la centrifugeuse (de type PC02® de Process (A)) était préalablement réglée à 2700 tours / minute pendant 12 minutes.

Trois autres protocoles ont été décrits dans la littérature (Tableau IX) [34]. Aucune étude n'a démontré une efficacité accrue de l'une par rapport à une autre.

Tableau IX : Différents protocoles de centrifugation [34]

Nombre de tours par minute	Temps (minute)	Référence
3000	10	Dohan et al. (2010)
2700	12	Raja et Naidu (2008)
2500	10	Choukroun et al. (2006)
3000	12	Tsai et al. (2009)

En effet, si les protocoles de centrifugation sont bien souvent indiqués dans la littérature en tours par minute, la force centrifuge exercée n'est pas la même d'un bout du tube à l'autre. Et plus on s'éloigne de l'axe de rotation, plus elle est importante. Il faut donc raisonner en termes de force moyenne G qui, selon les calculs [2], est de 400 g environ pour tous les protocoles décrits (g : gravitation terrestre sachant que $g=10 \text{ ms}^{-2}$; m : mètres et s : secondes). Le format du tube peut donc aussi faire varier ces données. De plus, les grandes variations interindividuelles de constitution du sang rendent impossible de fonder une corrélation précise et sérieuse entre les critères de centrifugation et le concentré plaquettaire obtenu [2].

Sur les 15 patients admis dans notre étude, nous avons utilisé 6 tubes de prélèvement sanguin dans 2 cas. Ces deux patients ont posé un problème de production du PRF : nous avons obtenu 5 membranes de PRF sur les 6 tubes prélevés pour l'un et 4 sur 6 pour l'autre. Ceci est imputé à la coagulation du sang qu'on aurait tardé à centrifuger. Le temps nécessaire au prélèvement de tous les 6 tubes aurait été trop long. Cet inconvénient a été décrit par Toffler et al. (2009) [34]) et par Sujeet et al. ((2013)[11])(Tableau X).

Tableau X: Avantages et inconvénients du PRF (platelet-richfibrin)
(Toffler et al. 2009 [34]) (Sujeet et al. 2013 [11])

Avantages du PRF	Inconvénients du PRF
-Facilité de préparation/application	-La manipulation très rapide est la seule et unique voie d'obtention d'un culot de PRF cliniquement utilisable et efficace
-Absence de modification biochimique ou d'usage d'anticoagulants	-Le PRF est obtenu en petites quantités
-Coût minimal	
-Effet à long terme	
-Capacité de supporter l'enchevêtrement des cytokines et la migration cellulaire	
-Incorporation accrue des cytokines circulantes dans les mailles de fibrine (cytokines intrinsèques)	
-Présence d'un réseau de fibrine 3D formant une matrice aidant à la rétention de cytokines pendant des périodes prolongées	
-Il s'agit d'un nœud immunitaire organisé	
-Polymérisation naturelle lente	
-Favorise et accélère le processus de guérison et de réparation	

En plus du temps limité pour le prélèvement sanguin et la centrifugation, on suppose que l'utilisation du même veinoject ou de la même seringue pour le prélèvement de plusieurs tubes pourrait amener à la coagulation du sang dans le tube. Les gouttelettes de sang résiduelles des premiers prélèvements pourraient se mélanger avec le sang des prélèvements suivants. Les cascades de coagulations déjà entamées pour les gouttelettes pourraient mener à la coagulation du sang qui s'y mélange. Aucune étude n'a encore été menée dans ce sens à notre connaissance.

2. Compression et transformation du gel en membrane ou en cylindre

La dernière étape en vue d'obtenir du PRF proprement dit et cliniquement utilisable consiste en la transformation du gel obtenu, grâce à la centrifugation, en membrane ou en cylindre.

J. Choukroun et al. préconise le placement du caillot de PRF au sein de la PRF BOX (Process Ltd., Nice, France) que ce soit sur sa grille pour obtenir une membrane ou dans ses cylindres pour obtenir des disques de PRF. Une minute au sein de la PRF BOX suffit pour obtenir le résultat souhaité.

Cependant, d'autres alternatives à l'obtention des membranes de PRF ont été décrites :

Raja and Naidu (2008) [34] décrivent une technique de compression du caillot entre deux toiles qui permettent d'extraire les fluides contenus dans le caillot de fibrine.

Selon **M. Kobayashi et al.** (2012) [35], on peut aussi utiliser un dispositif de compression fait de deux parties en forme de cuillères collées par leur bout distal : le caillot est d'abord placé sur la cuillère du bas qui contient de très petits trous. On le comprime alors en poussant les deux poignées l'une sur l'autre et l'excès d'exsudats est retiré. On relâche la force de compression (au bout d'une minute environs) pour disposer finalement de la membrane de PRF de 1 millimètre d'épaisseur (un bouchon au niveau des manches permettant le contrôle de cette épaisseur) (Figure 75) [35].

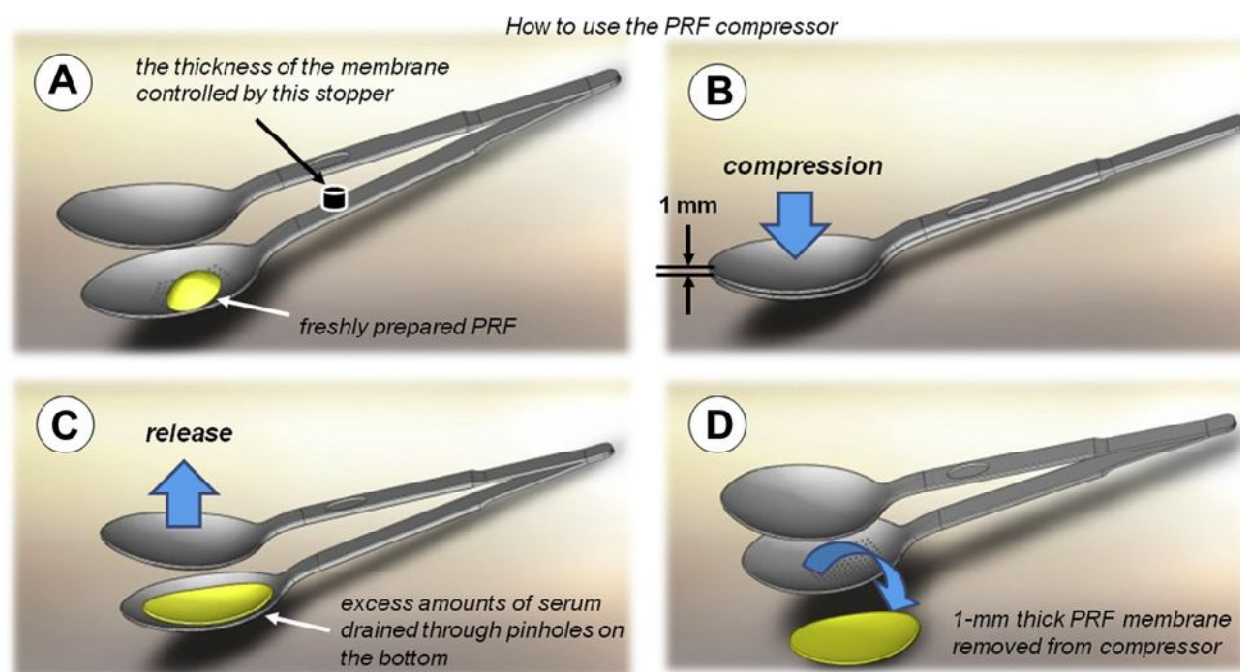


Figure 75: Schémas du dispositif de compression et modalités de son utilisation [35]

IV. ETUDES IN VITRO ET IN VIVO SUR LE PRF

Plusieurs études sur le PRF ont été effectuées in vitro et in vivo. Elles se sont intéressées à l'effet de ce biomatériau sur différents types cellulaires et tissulaires.

A. Etudes effectuées in vitro

1. Action du PRF sur différents types cellulaires

➤ Stimulation de la prolifération cellulaire

Plusieurs recherches se sont intéressées à l'analyse des effets du concentré plaquettaire et leucocytaire qu'est le PRF sur les cultures primaires (in vitro) de cellules humaines.

Dohan et al. (en 2009) [36] a testé l'efficacité du PRF sur 4 types de cellules : les fibroblastes gingivaux, pré-adipocytes, pré-kératinocytes (derme) et les ostéoblastes maxillo-faciaux. Le PRF et les cellules étaient originaires du même donneur et les cultures ont été faites avec et sans PRF.

Ce travail a démontré que le contact avec des membranes de PRF a induit une stimulation de prolifération accrue des quatre types cellulaires testés (par rapport aux groupes contrôle) avec des courbes d'évolution très similaires pour les prékératinocytes et les préadipocytes et un niveau de stimulation maximum pour les ostéoblastes, jusqu'à 5,5 fois plus de cellules que le groupe témoin à J7.

➤ **Effet dose-dépendant**

La stimulation de la prolifération des ostéoblastes par le PRF a été accrue par l'utilisation de deux membranes de PRF dans les cultures. L'effet dose-dépendant a aussi été observé pour les fibroblastes gingivaux, quoique selon des proportions moins importantes. Cette réaction moindre des fibroblastes à l'augmentation de la dose du PRF pourrait être expliquée par leur potentiel naturellement accru de prolifération, ce qui rend tout effet de stimulation externe plus difficile à agir ou à démontrer [36].

➤ **Cytotoxicité**

En 2007, Dohan et al, confirme l'absence de cytotoxicité in vitro du PRF pour les préadipocytes, prékératinocytes, fibroblastes et ostéoblastes humains [37]. Dohan et al (en 2009 [36]) étudie, en plus, les tests de vitalité permettant l'évaluation de la respiration mitochondriale et démontre que les prékératinocytes et les préadipocytes placés au contact du PRF «respirent mieux» que ceux des groupes témoins.

2. Actions du PRF sur les ostéoblastes

En 2010, Dohan et al. [38] s'est intéressé à l'action du PRF uniquement sur les cellules mésenchymateuses des os de la face (os maxillaire) et a prouvé, en utilisant des tests multiples, l'efficacité in vitro du PRF sur les ostéoblastes : Que ce soit en termes de stimulation de la prolifération et du caractère dose-dépendant de cette stimulation, mais aussi sur la stimulation de leur différenciation, tout en confirmant l'absence de toute cytotoxicité du PRF pour ces cellules.

3. Comparaison PRF / PRP

Plusieurs recherches ont mis en évidence une stimulation non négligeable de la prolifération des ostéoblastes par d'autres types de concentrés plaquettaires (PRP par exemple) [39,40,41,42] mais les effets rapportés n'ont jamais atteint le niveau d'intensité observé dans cette étude utilisant le PRF de Choukroun [36]. Le mode de relargage des cytokines par la matrice de fibrine du PRF pourrait en avoir tout le mérite, sachant que les concentrés plaquettaires comme le PRP présentent une toute autre architecture matrice-plaquettes [43,44]. Le PRF continue à libérer des facteurs de croissance pendant au moins une à deux semaines de façon significative [45]. Des études ont montré que le PRP présente un taux maximal de TGF β -1 à j1 suivi d'une diminution rapide (le taux à j7 est inférieur à celui de j1) [46,47]. Le PRF libère le TGF β -1 (transforming growth factor) avec un taux maximal à J14 puis avec diminution lentement progressive (le taux à j21 étant égal au taux à j1). Pour le PDGF (platelet-derived growth factor), le taux est maximal à j1 pour le PRP et à j7 pour le PRF [47].

Le PRP, mis au point en 1998 par Marx et al. [12], a été appliqué dans plusieurs domaines [48, 49] :

- Les gestes de reconstruction osseuses en chirurgie maxillo-faciale.
- Les procédures intéressant les tissus mous comme les greffes gingivales.
- Les préservations osseuses en chirurgie dentaire

Le PRP présente plusieurs limites [11, 50] en plus de la libération des facteurs de croissance pendant une période très courte :

- Le manque d'uniformité dans les protocoles de préparation du PRP, sachant que le temps de stockage diffère en fonction des concentrations des plaquettes
- La nécessité de combiner de la thrombine bovine et du chlorure de calcium au concentré plaquettaire obtenu après centrifugation [2].
- Les anticorps anti facteur Va bovin peuvent interagir avec le facteur Va humain et produire des troubles de la coagulation et des épisodes hémorragiques rares.

4. PRF et cytokines

Dohan et al. (2009) [45] a démontré que le PRF utilisable cliniquement libère de façon très lente et durant une période importante - pendant au moins une semaine - une considérable quantité de cytokines, facteurs clés de la croissance et de réparation tissulaire (comme le TGF β -1(transforming growth factor), le VEGF (vascular endothelial growth factor), le PDGF (platelet-derived growth factor)) [51, 52]. Le relargage important par le PRF du TSP-1 lui confère des propriétés d'agent antihémorragique naturel, le TSP-1 étant une molécule clé de la coagulation qui agit en protégeant le caillot de coagulation des protéases (Bonney et al. 2006) [45] ou encore en renforçant ce caillot (Jurk et al. 2003) [45].

Cependant, les aspects inflammatoires du PRF ne sont pas encore bien connus. Les premières études publiées dans ce sens [33] démontrent que le PRF présente également les propriétés d'un concentré immunitaire « capable de stimuler les mécanismes de défense de l'hôte au niveau d'un site lésé. Et il est même vraisemblable que la parfaite régulation de l'inflammation constatée sur les sites traités par PRF soit due au rétrocontrôle des cytokines piégées dans le réseau de fibrine et relarguées au cours du remodelage de cette matrice initiale » [2]. Cet aspect du PRF n'est pas encore bien documenté et les recherches continuent encore dans ce sens.

5. Plusieurs types de concentrés plaquettaires, même appellation

L'utilisation des concentrés plaquettaires dans les interventions chirurgicales est récente et reste mal documentée. Plusieurs protocoles sont utilisés et chacun conduit à un concentré plaquettaire différent. On se retrouve face à de nombreux types de biomatériaux. Plusieurs d'entre eux sont présentés et commercialisés sous le même nom et ceci peut parfois prêter à confusion.

On retrouve à titre d'exemple le P-PRF (Pure platelet-rich fibrin) qui repose sur un processus de production très cher et qui comporte un taux très bas en plaquettes et en leucocytes [53, 54].

B. Etudes in vivo avec le PRF

Il y a peu d'études in vivo publiées avec le PRF sans adjonction de facteurs de croissance.

1. Etudes sur des animaux

Des essais cliniques effectués sur des animaux ont permis de mieux connaître le PRF et l'efficacité du concentré plaquettaire [55].

Visser et al (2011) [56] ont étudié l'évolution d'une lésion du tiers central du tendon rotulien des deux membres inférieurs et postérieurs d'une cohorte de chiens. Pour chaque chien, ils ont procédé à l'implantation d'une membrane de PRF sur une patte et la patte controlatérale était restée sans traitement. Les chiens inclus dans l'étude (4 chiens par période d'étude) ont été euthanasiés à 4 et 8 semaines postopératoires. Après 4 semaines, tous les tendons traités et témoins ont été comblés par du tissu cicatriciel. Il n'y avait aucune différence significative quant à la qualité histologique des tissus réparés dans les deux groupes. Il a été noté que l'épaisseur des tendons sur lesquels du PRF a été appliqué augmentait de façon beaucoup plus rapide (au moins 2,5 fois) que pour les tendons témoins.

Cette étude démontre que l'utilisation de membranes de PRF n'influence ni la vitesse ni la qualité de réparation des lésions tendineuses, elle permet néanmoins d'augmenter considérablement le « taux » de reconstruction tissulaire au sein et autour d'une lésion [56].

Tzong-Fu Kuo et al,(2011) [57] ont rapporté une étude sur 12 lapins qui avaient subis une lésion cartilagineuse du condyle fémoral. 6 lapins ont eu une greffe de PRF mélangé au cartilage qui a été prélevé et coupé en grains de 1mm. Cette cohorte était comparée à une cohorte de 6 lapins témoins. Après trois mois et le sacrifice des lapins, l'examen histologique a retrouvé pour la cohorte avec greffe de PRF et de cartilage un tissu très proche du cartilage normal. Les différences avec le tissu du groupe témoin étaient significatives.

2. Etudes sur des patients humains

Les colles de fibrine ont été utilisées depuis plusieurs années dans différentes spécialités chirurgicales. Les publications les plus importantes ont été faites par les chirurgiens dentistes et les stomatologues. Les chirurgiens orthopédistes se sont inspirés de leurs travaux.

➤ Chirurgie Dentaire

De nombreux travaux ont été publiés, K. Anilkumar (2009) [58] et Agarwal (2013) [59] ont montré l'intérêt du PRF dans la reconstruction de la gencive et la couverture des racines dentaires.

Thorat (2011) [60] a publié l'intérêt de l'utilisation du PRF dans le traitement des perte de substance osseuse et parodontite chronique.

➤ Chirurgie maxillo-faciale

Inchingolo et al. (2010) [61] ont utilisé du PRF dans les interventions d'implants de la région maxillaire postérieure chez 23 patients. Ces interventions requièrent l'utilisation de greffe osseuse. La stabilité primaire des implants était optimale pour tous les patients, avec une augmentation non négligeable de la densité osseuse de la région péri-implantaire. Aucune lésion n'a été notée concernant les tissus mous de cette région. Cette étude a démontré l'effet positif du PRF sur l'ostéo-intégration des implants, la régénération osseuse et les processus de réparation tissulaire.

➤ **Chirurgie plastique**

Série de Scalafani, 2011[62] : étude cohorte de 50 patients avec un recul minimal de 3 mois. Elle a consisté en l'application de membranes de PRF autologues au niveau de la face (que ce soit dans le cadre du traitement de rides superficielles, de cicatrices d'acné, de déplétion volumique de la région médio-faciale ou encore de plis naso-labiaux profonds). La tolérance et les résultats obtenus étaient excellents pour tous les patients.

➤ **Chirurgie traumatologique et orthopédique**

Haleem et al. (2010) [63] ont réalisé une étude pilote qui a permis de tester l'efficacité du PRF sur la reconstruction du cartilage. Le PRF a été utilisé dans le traitement de pertes de substance intéressant toute l'épaisseur du cartilage au niveau des condyles fémoraux chez cinq patients. Ils ont conclu que le PRF, utilisé comme matrice cellulaire, améliorait la réparation de pertes de substances du cartilage articulaire des genoux de patients humains.

3. Applications actuelles du PRF

Le PRF est actuellement utilisé dans plusieurs spécialités chirurgicales. Ses indications sont de plus en plus larges [11]:

Les applications en chirurgies dentaire et stomatologique sont les plus rapportées :

- Les techniques de surélévation des planchers des sinus latéraux en combinaison avec des greffes [64].

- La protection et la stabilisation des matériaux de greffe lors des procédures d'augmentation de crêtes [65].
- La préservation des douilles osseuses après une extraction ou une avulsion [66].
- La couverture des racines dentaires lors de récessions parodontales uniques ou multiples [23].
- Traitement des défauts de furcation [24].
- La cicatrisation des plaies du palais après une greffe gingivale libre [25].
- La stimulation de la prolifération et de la différenciation de la pulpe dentaire [67].

Le PRF est également utilisé dans diverses autres chirurgies :

- En chirurgie vasculaire [68].
- En chirurgie plastique [26, 27, 28] :
- Traitement des cicatrices d'acné
- Rhinoplasties.
- Traitement des escarres profondes...
- Traitement des ulcères des membres inférieurs [69].
- En chirurgie orthopédique :
- Réparation des lésions cartilagineuses [63].
- Amélioration de la réparation des lésions du tendon d'Achille [70, 71].

V. LE PIED DIABETIQUE

Nous avons inclus dans notre série de cas quatre patients présentant des troubles trophiques de pieds diabétiques (maux perforants plantaires, ulcères de jambes). Il s'agissait de pertes de substances classées Grade I ou II selon la classification anatomique de Wagner ; et Stade A grades I et II selon la classification d'Armstrong qui prend en compte la profondeur de la lésion d'une part et la présence d'ischémie, d'infection ou des deux d'autre part.

La durée d'hospitalisation a été d'un seul jour pour chaque patient.

Le premier changement de pansement a été effectué à J4 de l'intervention pour tous les patients. La cicatrisation a été obtenue en un délai maximal de 37 jours (5 semaines environs) et aucune complication n'a été notée.

Le coût global de la prise en charge (hospitalisation, chirurgie, soins..) a été en moyenne de 1200 dirhams.

L'utilisation du PRF pour les pertes de substances des pieds diabétiques est encore mal documentée dans la littérature. O Gilly et al. [72] ont décrit les résultats obtenus pour deux patients présentant des plaies du pied d'évolution chronique. La cicatrisation a été obtenue 3 et 5 semaines après l'application du PRF.

Les plaies du pied chez le diabétique sont un véritable problème de santé publique. En France, le coût de leur prise en charge peut atteindre 713 euros par mois en ambulatoire et 2660 euros par mois en milieu hospitalier, avec des chiffres de 4600 dollars par ulcère aux USA [73]. La durée d'hospitalisation moyenne est d'environ 33+/- 4 jours (de 1 à 138 jours) [74].

Au Maroc, le coût des soins des pieds diabétiques de bas grade vont jusqu'à 1000 dirhams par mois avec une durée de soins allant jusqu'à 6 mois.

En utilisant le PRF, nous avons pu obtenir la cicatrisation d'ulcères diabétiques évoluant depuis longtemps. Notre sentiment est que le PRF permet d'accélérer la cicatrisation des troubles trophiques et réduire considérablement le coût de leur prise en charge et la durée d'hospitalisation.

VI. LES LÉSIONS OSSEUSES

Nous avons traité des patients présentant des lésions osseuses très diverses. Certaines lésions ont nécessité l'adjonction de greffe osseuse en plus de l'utilisation du PRF.

Nous avons pris en charge sept fractures différentes. Leur traitement a consisté en une ostéosynthèse avec utilisation du PRF sous forme de membranes. Une seule a nécessité une greffe osseuse. Toutes ont consolidé sans aucune complication que ce soit à court, moyen ou à long terme.

Nous avons traité deux cas de pseudarthroses par du PRF et une ostéosynthèse. Une greffe osseuse a été utilisée pour un cas. Les deux patients ont consolidé et aucune complication n'a été notée.

Une arthrodèse a été réalisée avec une ostéosynthèse et un comblement par du PRF. Le patient a consolidé en deux mois sans aucune complication.

Le cas de cal vicieux qu'on a pris en charge a bénéficié d'une ostéosynthèse en plus de l'application du PRF. Les suites opératoires ont été simples et la consolidation a été obtenue en 65 jours.

Les patients inclus dans notre étude ont présenté des pathologies trop diverses et le nombre de cas que nous avons étudié est trop modeste. Nous ne pouvons donc pas comparer nos résultats avec ceux de la littérature.

Il reste important de noter que le PRF a été utilisé en tant qu'adjuvant chirurgical. Il ne remplace en aucun cas le matériel d'ostéosynthèse utilisé dans le traitement des lésions intéressant l'os.



Conclusion

L'utilisation des concentrés plaquettaires dans les interventions chirurgicales est encore récente.

Le PRF est un biomatériau naturel et autologue qui procure tous les éléments nécessaires à la cicatrisation.

Le PRF connaît déjà un champ d'application large surtout en chirurgie dentaire et maxillo-faciale.

En chirurgie orthopédique, ses applications sont encore très limitées.

Notre étude porte sur les 15 premiers cas, au Maroc, d'utilisation du PRF dans ce domaine. Les résultats ont été bons pour tous nos patients. Notre série est trop pauvre et porte sur des cas trop variés pour pouvoir la comparer aux séries de la littérature.

Les recherches en vue de valider ses indications en traumatologie orthopédique sont pauvres mais prometteuses. Il est nécessaire de mener des études cliniques randomisées dans ce sens.



Résumés

RESUME

Titre : Utilisation du platelet-rich-fibrin (PRF) en chirurgie Orthopédique, A propos de 15 cas

Auteur : El Otmani Laila

Mots clés : PRF (Platelet-rich fibrin) - thérapie cellulaire -cicatrisation-consolidation.

Introduction : La thérapie cellulaire dans la réparation des tissus est d'actualité. Elle a d'abord été utilisée en chirurgie dentaire. Le PRF (platelet-rich-fibrin), grâce aux facteurs de croissance, immunitaires et inflammatoires qu'il apporte, permet la régénération des tissus de l'appareil locomoteur. Ces dernières années on assiste à une utilisation accrue de ces thérapies en orthopédie.

Matériel et Méthode : On rapporte une étude sur les 15 premiers cas, au Maroc, d'utilisation du PRF en chirurgie orthopédique. La technique utilisée a consisté en un prélèvement sanguin chez un patient dans un tube sec que l'on centrifugeait, pour obtenir au final un caillot de fibrine riche en plaquettes sous forme de membrane ou de cylindre, que l'on appliquait sur le site opératoire chez le même patient.

Résultats : L'âge des patients allait de 17 à 67 ans. Nous avons utilisé le PRF pour sept fractures récentes, un cal vicieux, une arthrodèse de cheville, deux pseudarthroses et quatre pertes de substances de pieds diabétiques. Les suites ont été favorables pour tous les patients. Avec un recul de trois mois au minimum, nous avons constaté : une cicatrisation rapide sans aucune complication infectieuse.

Discussion : Au niveau tissulaire, le PRF apporte des cytokines plaquettaires et leucocytaires, des plaquettes, des leucocytes et quelques cellules souches circulantes. Cela implique une angiogenèse rapide et un remodelage aisé de la matrice de fibrine en un tissu conjonctif plus résistant, aboutissant à une cicatrisation optimale et rapide dans le cadre de bonnes conditions immunitaires.

Conclusion : La courte expérience présentée dans ce travail est trop modeste pour affirmer des indications. Cependant elle nous semble une voie intéressante vers l'apport de bénéfices thérapeutiques à nos patients.

ABSTRACT

Title: Using the platelet-rich fibrin (**PRF**) in the locomotor apparatus , about 15 cases

Author: Laila El Otmani

Keywords: PRF (platelet-rich fibrin) -cell therapy- cicatrization- consolidation.

Introduction: Cell therapy in tissue repair is a topical issue. The PRF (platelet-rich fibrin), provides growth factors , immune and inflammation factors through which it acquires its regeneration and healing virtues on tissues of different consistencies, and therefore the entire musculoskeletal system. First used in dental surgery, it is now beginning to take place in trauma.

Materials and Methods: We report a study of the first 15 cases using PRF in orthopedic surgery in Morocco. The technique we used consisted on centrifuging a blood sample from a patient in a dry tube, to finally obtain a platelet-rich fibrin clot that we applied, either in membrane or cylinder form, on the surgical site in the same patient.

Results: The patients were aged between 17 and 67 years. We used it for seven recent fractures, one vicious cal, one ankle arthrodesis, two pseudarthrosis and four losses of substances of diabetic feet. The evolution was favorable for all the patients. Indeed, with a minimum setback of three months, there has been a rapid healing with no infection.

Discussion:At the tissue level, the PRF not only brings platelet and leukocyte cytokines, but also platelets, leukocytes and some circulating stem cells. That implies a rapid angiogenesis and easy remodeling the fibrin matrix in a stronger conjunctive tissue, leading to optimal healing in terms of good immunity.

Conclusion:The short experiment exhibited in this work is too modest to state indications. However, it seems an interesting way to demonstrate the benefits to our patients.

ملخص

العنوان: استخدام الليفيين الغني بالصفائح (PRF) في جراحة العظام، بصدد 15 حالة

الكاتب: العثماني ليلي

الكلمات الأساسية: الليفيين الغني بالصفائح ، العلاج الخلوي، التآم، انجبار.

المقدمة:

يعتبر العلاج بالخلايا لإصلاح الأنسجة طريقة مثيرة للاهتمام . بينما كان اول استعمال لل (PRF) الليفيين الغني بالصفائح في جراحة تقويم الأسنان ، فإن استعماله بدأ يمتد لجراحة العظام و المفاصل و ذلك بسبب عوامل النمو و المناعة و الالتهاب التي يقوم بتفعيلها مساعدة بذلك في التآم و تجدد مختلف الأنسجة المكونة للجهاز العضلي الهيكلي.

المواد و الأساليب :

سنهتّم بسرّد دراسة حول الحالات الخمس عشر الأولى لاستعمال ال PRF في مجال جراحة العظام و المفاصل. حيث أن الأسلوب المتبع تمثّل في استخراج عينة من دم المريض و معالجتها للحصول على تجلط الليفيين الغني بالصفائح سواءً على شكل غشاء أو أسطوانة . حين إذ يتم وضعه في الموقع الجراحي عند نفس المريض.

النتائج :

تم الحصول على ال PRF عند 15 مريضاً تتراوح أعمارهم بين 17 و 67 سنة. و ذلك في إطار علاج الكسور في 7 حالات و حالة واحدة لسوء التّحام و حالة لحام الكاحل و حالتين لعدم الانجبار و اربع حالات لفقدان المادة في إطار قدم السكري. و قد كانت التّوابع حسنة حيث أن جبر الكسور تم في ظرف أوجز و بدون تعفن (مع اعتبار أقلّ تتبع في ثلاثة اشهر)

مناقشة :

يتميز ال PRF على مستوى الأنسجة بقدرته على جلب السيتوكينات الصفّائحية و الكريات البيضاء المحاصرة في شبكة من الليفيين، بالإضافة إلى الصفائح الدموية و كريات الدم البيضاء وكذا بعض الخلايا النخاعية . مما يؤدي إلى إنشاء أوعية دموية جديدة بشكل سريع و بذلك تحول الليفيين إلى نسيج ملتحم و متين مما يؤدي إلى الشفاء الأمثل للآفات في ظروف مناعية جيدة.

خاتمة :

تبدو طريقة استعمال ال PRF مثيرة للاهتمام بفضل الفوائد التي تقدمها لشفاء المرضى رغم كون تجربتنا في هذا المجال قصيرة و متواضعة في نفس الآن.



Bibliographie

[1] Centrifugation.

Tarik Sabbari Hassani, Dagmar Kessler et André Deom.

Fiche technique 25. CSCQ. Juillet 2009.

[2] De l'usage des concentrés plaquettaires autologues en application topique ;

S. Dohan, A. Dohan, J. Choukroun, A. Diss (Assistant hospitalo-universitaire), A. Simonpieri d, M.-O. Girard, D. Dohan (Assistant hospitalo-universitaire).

Elsevier SAS. EMC-Ondontologie 1 (2005) 141–180.

[3] Platelet gel: an autologous alternative to fibrin glue with applications in oral and maxillofacial surgery;

Whitman DH, Berry RL, Green DM.

J Oral Maxillofac Surg 1997; **55**: 1294–9.

[4] Effect of various fibrin preparations on reimplantation in the rat skin;

Matras H.

Osterr Z Stomatol 1970; **67**: 338–59.

[5] Fibrin seal: the state of the art ;

Matras H.

J Oral Maxillofac Surg 1985; **43**: 605–11.

- [6] **Fibrin sealant in maxillofacial surgery. Development and indications. A review of the past 12 years;**
Matras H.
Facial Plast Surg 1985;**2**:297–313.
- [7] **Fibrin glue: the perfect operative sealant? Transfusion 1990;**
Gibble JW,
Ness PM. **30**: 741–7.
- [8] **Autologous fibrin glue from intraoperatively collected platelet-rich plasma.** Jeevanandam V, Smith CR, Williams MR, Kaynar AM, Frank RA, et al.
Ann Thorac Surg 1992;Oz MC **53**: 530–1.
- [9] **Autologous fibrin adhesive in mandibular reconstruction with particulate cancellous bone and marrow.**
Tayapongsak P, O'Brien DA, Monteiro CB, Arceo-Diaz LY.
J Oral Maxillofac Surg 1994; **52**: 161–6.
- [10] **Platelet Concentrates. Part 1: technologies**
Dohan D, Donsimoni JM, Navarro G, Gaultier F.
Implantodontie 2003; **12**:5–16.

[11] Review Article: Platelet-Rich Fibrin as a Biofuel for Tissue Regeneration

Sujeet Vinayak Khiste and Ritam Naik Tari..

Hindawi Publishing Corporation, ISRN Biomaterials. Volume 2013, Article ID 627367, 6 pages.

[12] Platelet-rich plasma: growth factor enhancement for bone grafts.

R. E.Marx, E. R.Carlson, R. M. Eichstaedt, S. R. Schimmele, J. E. Strauss, and K. R. Georgeff.

Oral Surgery, OralMedicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics, vol. 85, no. 6, pp. 638–646, 1998.

[13] Autologous concentrated platelet-rich plasma (cPRP) for local application in bone regeneration.

Dugrillon A, Eichler H, Kern S, Kluter H. *Int*

J Oral Maxillofac Surg 2002;**31**: 615–9.

[14] Platelet-rich plasma: Growth factor enhancement for bone grafts.

Marx RE, Carlson ER, Eichstaedt RM, Schimmele SR, Strauss JE, Georgeff KR.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1998; **85**: 638–46.

[15] Comparison of platelet, leukocyte, and growth factor levels in point-of-care platelet-enriched plasma, prepared using a modified Curasan kit, with preparations received from a local blood bank.

Weibrich G, Kleis WK, Hafner G, Hitzler WE, Wagner W.

Clin Oral Implants Res 2003; **14**: 357–62.

- [16] **The Harvest Smart Pre PTM system versus the Friadent-Schutze platelet-rich plasma kit.**
Weibrich G, Kleis WK, Buch R, Hitzler WE, Hafner G.
Clin Oral Implants Res 2003; **14**: 233–9.
- [17] **Comparison of three different preparations of platelet concentrates for growth factor enrichment.**
Appel TR, Potzsch B, Muller J, Von Lindern JJ, Berge SJ, Reich RH.
Clin Oral Implants Res 2002;**13**:522–8.
- [18] **Platelet-rich plasma application in sinus graft surgery: Part I--Background and processing techniques.**
Lozada JL, Caplanis N, Proussaefs P, Willardsen J, Kammeyer G.
J Oral Implantol 2001; **27**: 38–42.
- [19] **A simplified technique for producing platelet-rich plasma and platelet concentrate for intraoral bone grafting techniques: a technical note.**
Sonnleitner D, Huemer P, Sullivan DY.
Int J Oral Maxillofac Implants 2000; **15**: 879–82.
- [20] **Une opportunité en paro-implantologie : le PRF.**
Choukroun J, Adda F, Schoeffler C, Vervelle A.
Implantodontie 2001;**41**:55–62.

[21] Une opportunité en paro-implantologie: le PRF.

Choukroun J, Adda F, Schoeffler C, Vervelle A.

Implantodontie 2000; 42: 55–62. (French).

[22] Trial with Platelet-Rich Fibrin and Bio-Oss used as grafting materials in the treatment of the severe maxillar bone atrophy: clinical and radiological evaluations.

Inchingolo F, Tatullo M, Marrelli M, Inchingolo AM, Scacco S, Inchingolo AD, et al. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2010; 14(12): 1075-84.

[23] Platelet-rich fibrin: a promising approach for root coverage.

A. Kumar, B. Fernandes, and C. Surya,

Journal of Interdisciplinary Dentistry, vol. 1, no. 2, pp. 115–118, 2011.

[24] Autologous platelet-rich fibrin in the treatment of mandibular degree II furcation defects: a randomized clinical trial.

A. Sharma and A. R. Pradeep,

Journal of Periodontology, vol. 82, no.10, pp. 1396–1403, 2011.

[25] Role of platelet rich fibrin in enhancing palatal wound healing after free gingival graft.

V. Jain, M. G. Triveni, A. B. T. Kumar, and D. S. Mehta,

Contemporary Clinical Dentistry, vol. 3, pp. S240–S243, 2012.

- [26] **Experimental and clinical applications of fibrin glue.**
Saltz R, Sierra D, Feldman D, Saltz MB, Dimick A, Vasconez LO.
Plast Reconstr Surg 1991; 88(6): 1005–17.
- [27] **Safety, efficacy, and utility of platelet-rich fibrin matrix in facial plastic surgery.**
A. P. Sclafani,
Archives of Facial Plastic Surgery, vol. 13, no. 4, pp. 247–251, 2011.
- [28] **The relevance of Choukroun’s Platelet Rich Fibrin (PRF) during facial aesthetic liposculpture (Coleman’s technique): preliminary results.**
F. Braccini and D. M. Dohan,
Revue de Laryngologie Otologie Rhinologie, vol. 128, no. 4, pp. 255–260, 2007.
- [29] **Clinical Use of Human Culture-Expanded Autologous Bone Marrow Mesenchymal Stem Cells Transplanted on Platelet-Rich Fibrin Glue in the Treatment of Articular Cartilage Defects: A Pilot Study and Preliminary Results.** Haleem AM, Singergy AA, Sabry D, Atta HM, Rashed LA, Chu CR, et al.
Cartilage 2010; 1(4): 253-61.
- [30] **The structure and biological features of fibrinogen and fibrin.**
Mosesson MW, Siebenlist KR, Meh DA.
Ann N Y Acad Sci 2001; **936**: 11–30.

- [31] **Fibrin microbeads for isolating and growing bone marrow-derived progenitor cells capable of forming bone tissue.**
Gurevich O, Vexler A, Marx G, Prigozhina T, Levdansky L, Slavin S, et al.
Tissue Eng 2002; **8**: 661–72.
- [32] **Platelet rich fibrin (PRF): a new healing biomaterial. Part 2: platelets and cytokines**
Dohan S, Choukroun J, Dohan A, Donsimoni JM, Gabrieleff D, Fioretti F, et al.
Implantodontie 2004; **13**: 99–108.
- [33] **Platelet rich fibrin (PRF): a new healing biomaterial. Part 3: immune features.** Dohan S, Choukroun J, Dohan A, Donsimoni JM, Gabrieleff D, Fioretti F, et al. *Implantodontie* 2004;**13**:109–15.
- [34] **Platelet rich fibrin: a new paradigm in periodontal regeneration.**
R. Vinaya Kumar • N. Shubhashini.
Cell Tissue Bank, Springer Science+Business Media Dordrecht 2012 ;
DOI 10.1007/s10561-012-9349-6.
- [35] **A proposed protocol for the standardized preparation of PRF membranes for clinical use.**
Mito Kobayashi, Tomoyuki Kawase, Makoto Horimizu, Kazuhiro Okuda, Larry F. Wolff, Hiromasa Yoshie.
ELSEVIER, Biologicals 40 (2012) 323-329.

- [36] In vitro effects of Choukroun's PRF (platelet-rich fibrin) on human gingival fibroblasts, dermal prekeratinocytes, preadipocytes, and maxillofacial osteoblasts in primary cultures.**

David M. Dohan Ehrenfest, DDS, PhD, Antoine Diss, DDS, PhD, Guillaume Odin, MD, PhD, Pierre Doglioli, PhD, Marie-Pascale Hippolyte, DDS, PhD, and Jean-Baptiste Charrier, MD, PhD.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2009;108:341-352.

- [37] Cytotoxicity analyses of Choukroun's PRF (Platelet Rich Fibrin) on a wide range of human cells: the answer to a commercial controversy.**

Dohan DM, Del Corso M, Charrier J-B.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2007;103:587-93.

- [38] Choukroun's platelet-rich fibrin (PRF) stimulates in vitro proliferation and differentiation of human oral bone mesenchymal stem cell in a dose-dependent way.**

David M. Dohan Ehrenfest, Pierre Doglioli, Giuseppe M. de Peppo, Marco Del Corso Jean-Baptiste Charrier.

ELSEVIER, ScienceDirect, Archives of oral biology 55 (2010) 185-194.

- [39] Dose dependent effects of platelet gel releasate on activities of human osteoblasts.**

Uggeri J, Belletti S, Guizzardi S, Poli T, Cantarelli S, Scandroglio R, et al.

J Periodontol 2007;78:1985-91.

[40] Platelet-rich plasma influence on human osteoblasts growth.

Ferreira CF, Carriel Gomes MC, Filho JS, Granjeiro JM, Oliveira Simoes CM, Magini Rde S.

Clin Oral Implants Res 2005;16: 456-60.

[41] Effect of platelet-rich plasma on migration and proliferation of SaOS-2 osteoblasts: role of platelet-derived growth factor and transforming growth factor-beta.

Celotti F, Colciago A, Negri-Cesi P, Pravettoni A, Zaninetti R, Sacchi MC.

Wound Repair Regen 2006; 14: 195-202.

[42] Effects of platelet lysates on select bone cell functions.

Soffer E, Ouhayoun JP, Dosquet C, Meunier A, Anagnostou F.

Clin Oral Implants Res 2004;15: 581-8.

[43] Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part I: technological concepts and evolution.

Dohan DM, Choukroun J, Diss A, Dohan SL, Dohan AJ, Mouhyi J, et al.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006; 101:e37-44.

[44] Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part II: platelet-related biologic features.

Dohan DM, Choukroun J, Diss A, Dohan SL, Dohan AJ, Mouhyi J, et al.

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2006;101: e45-50.

- [45] Slow release of growth factors and thrombospondin-1 in Choukroun's platelet-rich fibrin (PRF): a gold standard to achieve for all surgical platelet concentrates technologies.**

DAVID M. DOHAN EHRENFEST, GIUSEPPE M. DE PEPPA, PIERRE DOGLIOLI, & GILBERTO SAMMARTINO.

Informa UK Ltd. Growth Factors, February 2009; 27(1): 63–69.

- [46] Differential growth factor retention by platelet-rich plasma composites.**

Tsay RC, Vo J, Burke A, Eisig SB, Lu HH, Landesberg R.

J Oral Maxillofac Surg 2005;63:521-8.

- [47] A comparative study of platelet-rich fibrin (PRF) and platelet-rich plasma (PRP) on the effect of proliferation and differentiation of rat osteoblasts in vitro.**

Ling He, PhD, Ye Lin, DDS, Xiulian Hu, DDS, Yu Zhang, DDS, and Hui Wu, MDS. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:707-713).

- [48] The potential impact of the preparation rich in growth factors (PRGF) in different medical fields.**

E. Anitua, M. Sánchez, G. Orive, and I. Andia.

Biomaterials, vol. 28, no. 31, pp. 4551–4560, 2007.

- [49] **Effect of platelet-rich plasma on bone growth and Osseointegration in human maxillary sinus grafts: three bilateral case reports.**
S. J. Froum, S. S. Wallace, D. P. Tarnow, and S. Cho.
International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry, vol. 22, no. 1, pp. 45–53, 2002.
- [50] **Platelet rich plasma: evidence to support its use.**
R. E. Marx.
Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, vol. 64, pp. 489–496, 2004.
- [51] **Platelet-derived growth factor and transforming growth factor-beta enhance tissue repair activities by unique mechanisms.**
Pierce GF, Mustoe TA, Lingelbach J, Masakowski VR, Griffin GL, Senior RM, et al.
J Cell Biol 1989; **109**: 429–40.
- [52] **Comparative effects of platelet-derived growth factor-BB and insulin-like growth factor-I, individually and in combination, on periodontal regeneration in Macaca fascicularis.**
Giannobile WV, Hernandez RA, Finkelman RD, Ryan S, Kiritsy CP, D'Andrea M, et al
J Periodontal Res 1996;**31**:301–12.
- [53] **Platelet content and growth factor release in platelet-rich plasma: a comparison of four different systems.**
Leitner, G.C. et al.
Vox Sang.91, 2008 ; 135–139.

- [54] Classification of platelet concentrates: from pure platelet-rich plasma (P-PRP) to leucocyte- and platelet-rich fibrin (L-PRF).**

David M. Dohan Ehrenfest, Lars Rasmusson and Tomas Albrektsson.

Elsevier. Trends in Biotechnology. 2008; Vol.27 No.3.

- [55] Platelet-Rich Fibrin: An autologous fibrinmatrix in surgical procedures: A Case Report and Review of Literature.**

Majid Eshghpour, Mohamad Reza Majidi, Amir Hossein Nejat.

Iranian Journal of Otorhinolaryngology No.4, Vol.24, Serial No.69, Autumn 2012.

- [56] Evaluation of the use of an autologous platelet-rich fibrin membrane to enhance tendon healing in dogs.**

Visser LC, Arnoczky SP, Caballero O, Gardner KL

Am J of Vet Res. 2011; 72(5): 699-705.

- [57] Implantation of platelet-rich fibrin and cartilage granules facilitates cartilage repair in the injured rabbit knee: preliminary report.**

Tzong-Fu Kuo, Ming-Fang Lin, [...], and Wing P. Chan.

Clinics (Sao Paulo). Oct 2011; v.66(10): 1835-1838)

- [58] Platelet-rich-fibrin: A novel root coverage approach.**

K. Anilkumar, A. Geetha, Umasudhakar, T Ramakrishnan,4 R Vijayalakshmi, and E. Pameela.

J Indian Soc Periodontol. 2009 Jan-Apr; 13(1): 50–54.

- [59] Lateral sliding bridge flap technique along with platelet rich fibrin and guided tissue regeneration for root coverage.**

Agarwal K1, Chandra C2, Agarwal K2, Kumar N3.

J. Indian Soc Periodontol. 2013 Nov; 17(6):801-5.

- [60] Clinical effect of autologous platelet-rich fibrin in the treatment of intra-bony defects: a controlled clinical trial.**

Thorat M, Pradeep AR, Pallavi B.

J Clin Periodontol. 2011 Oct;38(10):925-32.. Epub 2011 Jul 21.

- [61] Trial with Platelet-Rich Fibrin and Bio-Oss used as grafting materials in the treatment of the severe maxillar bone atrophy: clinical and radiological evaluations.**

Inchingolo F, Tatullo M, Marrelli M, Inchingolo AM, Scacco S, Inchingolo AD, et al.

Eur Rev Med Pharmacol Sci 2010; 14(12): 1075-84.

- [62] Safety, Efficacy, and Utility of Platelet-Rich Fibrin Matrix in Facial Plastic Surgery.**

Sclafani AP.

Arch Facial Plast Surg 2011; 13(4): 247-251.

- [63] Clinical Use of Human Culture-Expanded Autologous Bone Marrow Mesenchymal Stem Cells Transplanted on Platelet-Rich Fibrin Glue in the treatment of Articular Cartilage Defects: A Pilot Study and Preliminary Results.**

Haleem AM, Singergy AA, Sabry D, Atta HM, Rashed LA, Chu CR, et al.

Cartilage 2010; 1(4): 253-61.

- [64] Platelet-rich fibrin (PRF): a second-generation platelet concentrate. Part V: histologic evaluations of PRF effects on bone allograft maturation in sinus lift.**

J. Choukroun, A. Diss, A. Simonpieri et al.,

Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontology, vol. 101, no. 3, pp. 299–303, 2006.

- [65] Alveolar ridge and sinus augmentation utilizing platelet-rich plasma in combination with freeze-dried bone allograft: case series.**

J. D. Kassolis, P. S. Rosen, and M. A. Reynolds.

Journal of Periodontology, vol. 71, no. 10, pp. 1654–1661, 2000.

- [66] Use of autologous leukocyte and platelet-rich fibrin (L-PRF) membrane in post-avulsion sites**

M. Del Corso, M. Toffler, and D. M. D. Ehrenfest.

The Journal of Implant and Advanced Clinical Dentistry, vol. 1, no. 9, pp. 27–35, 2010

- [67] **Platelet-rich fibrin increases proliferation and differentiation of human dental pulp cells**
F. Huang, S. Yang, J. Zhao, and Y. Chang,
Journal of Endodontics, vol. 36,no. 10,pp. 1628–1632, 2010.
- [68] **Fibrin glue: the perfect operative sealant?**
Gibble JW, Ness PM.
Transfusion 1990; 30(8): 741–47.
- [69] **Autologous platelet-rich fibrin matrix as cell therapy in the healing of chronic lower-extremity ulcers.**
S. M. O’Connell, T. Impeduglia, K. Hessler, X. Wang, R. J. Carroll, and H. Dardik,
Wound Repair and Regeneration, vol. 16, no. 6, pp. 749–756, 2008.
- [70] **Comparison of achilles tendon repair techniques in a sheep model using a cross-linked acellular porcine dermal patch and platelet-rich plasma fibrin matrix for augmentation**
T. L. Sarrafian, H. Wang, E. S. Hackett et al.
Journal of Foot and Ankle Surgery, vol. 49, no. 2, pp. 128–134, 2010.
- [71] **Comparison of surgically repaired Achilles tendon tears using platelet-rich fibrin matrices**
M. S´anchez, E. Anitua, J. Azofra, I. And´ia, S. Padilla, and I.Mujika
The American Journal of Sports Medicine, vol. 35, no. 2, pp. 245–251, 2007.

- [72] La technique ‘Platelet Rich Fibrin’(PRF) dans la prise en charge des plaies du pied diabétique : rôle majeur ou adjuvant ?**

O Gilly, G Odin, A Fredenrich, B Canivet.

Diabetes Metab 2009, 35, A29-A89, P 149.

- [73] A report from the international consensus on diagnosing and treating the infected diabetic foot.**

B. A. Lipsky.

Diabetes Metab Res Rev 2004.

- [74] Kengne et al.**

Journal of Wound care 2006.

Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

- *Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus.*
- *Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité. La santé de mes malades sera mon premier but.*
- *Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.*
- *Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.*
- *Les médecins seront mes frères.*
- *Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.*
- *Je maintiendrai le respect de la vie humaine dès la conception.*
- *Même sous la menace, je n'userai pas de mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*
- *Je m'y engage librement et sur mon honneur.*

قسم أبقراط

بسم الله الرحمان الرحيم

أقسم بالله العظيم

في هذه اللحظة التي يتم فيها قبولي عضوا في المهنة الطبية أتعهد علانية:

- أبأن أكرس حياتي لخدمة الإنسانية .
 - وأبأن أأحترم أساتذتي وأأعترف لهم بالجميل الذي يستحقونه .
 - وأبأن أأمارس مهنتي بوانزع من ضميري وشر في أأعالصحة مريض هدي في الأول .
 - وأبأن لا أفشي الأسرار المعهودة إلي .
 - وأبأن أأحافظ بكل ما لدي من وسائل على الشرف والتقاليد النبيلة للمهنة الطب .
 - وأبأن أأعتبر سائر الأطباء إخوة لي .
 - وأبأن أأقوم بأواجبي نحو مرضاي بدون أي اعتبار ديني أو وطني أو عرقي أو سياسي أو اجتماعي .
 - وأبأن أأحافظ بكل حزم على احترام الحياة الإنسانية منذ نشأتها .
 - وأبأن لا أستعمل معلوماتي الطبية بطرق يضر بحقوق الإنسان مهما لاقيت من تهديد .
 - بكل هذا أتعهد عن كامل اختيار ومقسما بشري في .
- والله على ما أقول شهيد .

**استخدام الليفين الغني بالصفائح (PRF)
في جراحة العظام
بصدد 15 حالة**

أطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم :

من طرف

الآنسة : ليلى العثماني

المزادة في: 30 شتنبر 1987

طبيبة داخلية بالمركز الاستشفائي الجامعي ابن سينا بالرباط

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية: الليفين الغني بالصفائح - العلاج الخلوي - التآم - انجبار.

تحت إشراف اللجنة المكونة من الأساتذة

رئيس

مشرف

أعضاء

السيد : محمد صالح برادة

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

السيد : فريد اسماعيل

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

السيد : مصطفى محفوظ

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

السيد : أحمد البردوني

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل

السيد : محمد خرماز

أستاذ في جراحة العظام والمفاصل