



كلية الطب
والصيدلة - مراكش
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2022

Thèse N°209

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 15/07/2022

PAR

Mr. Hamza CHANCHABI

Né Le 12 Juillet 1995 à Inezgane

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MÉDECINE

MOTS-CLÉS

Ostéonécrose–Tête fémorale–Forage–Greffe osseuse–Traitement conservateur

JURY

Mr. Y.NAJEB

Professeur de Traumatologie–orthopédie

PRESIDENT

Mr. I.ABKARI

Professeur de Traumatologie–orthopédie

RAPPORTEUR

Mme. M. OUALI IDRISSE

Professeur de Radiologie

Mr M.A.BENHIMA

Professeur de Traumatologie–orthopédie

JUGES

Mr A.BELBACHIR

Professeur d'Anatomie–pathologique

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ

الْحَكِيمُ ﴿٣٢﴾

صَدَقَ قَوْلُ اللَّهِ الْعَظِيمِ

(سورة البقرة)

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 strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.

*Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales
d'une façon contraire aux lois de l'humanité.*

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948



LISTE DES PROFESSEURS



UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyens Honoraires

: Pr. Badie Azzaman MEHADJI
: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen

: Pr Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux affaires pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI

Vice doyen chargé de la Pharmacie

: Pr. Said ZOUHAIR

Secrétaire Général

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignement supérieur

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato-orthopédie	ELOMRANI Abdelhamid	Radiothérapie
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anesthésie-réanimation	FADILI Wafaa	Néphrologie
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie-obstétrique	FAKHIR Bouchra	Gynécologie- obstétrique
ABOUSSAIR Nistrine	Génétique	FAKHRI Anass	Histologie-embryologie cytogénétique
ADALI Imane	Psychiatrie	FOURAJI Karima	Chirurgie pédiatrique
ADMOU Brahim	Immunologie	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
AGHOUTANE El Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique	GHOUNDALE Omar	Urologie
AISSAOUI Younes	Anesthésie-réanimation	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
AIT AMEURMustapha	Hématologie	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	HAROU Karam	Gynécologie- obstétrique
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie-obstétrique	HOCAR Ouafa	Dermatologie
AIT SAB Imane	Pédiatrie	JALAL Hicham	Radiologie
ALJ Soumaya	Radiologie	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique
AMAL Said	Dermatologie	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie- réanimation
AMINE Mohamed	Epidemiologie clinique	KHATOURI Ali	Cardiologie
AMMAR Haddou	Oto-rhino-laryngologie	KHOUCHANI Mouna	Radiothérapie
AMRO Lamyae	Pneumo-phtisiologie	KISSANI Najib	Neurologie
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	KRATI Khadija	Gastro-entérologie
ARSALANE Lamiae	Microbiologie-virologie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie
ASMOUKI Hamid	Gynécologie-obstétrique	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
ATMANE El Mehdi	Radiologie	LAKMICH Mohamed Amine	Urologie

BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
BASRAOUI Dounia	Radiologie	LAOUAD Inass	Néphrologie
BASSIR Ahlam	Gynécologie-obstétrique	LOUHAB Nissrine	Neurologie
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie générale
BELKHOUS Ahlam	Rhumatologie	MADHAR Si Mohamed	Traumato-orthopédie
BENALI Abdeslam	Psychiatrie	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	Pédiatrie
BENELKHAÏAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie générale	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BENHIMA Mohamed Amine	Traumato-orthopédie	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie- réanimation
BENJELLOUN HARZIMI Amine	Pneumo-phtisiologie	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BENJILALI Laila	Médecine interne	MOUFID Kamal	Urologie
BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo-phtisiologie	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie-obstétrique	MSOUGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BOUKHIRA Abderrahman	Biochimie-chimie	NAJEB Youssef	Traumato-orthopédie
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio-vasculaire	NARJIS Youssef	Chirurgie générale
BOURRAHOUE Aïcha	Pédiatrie	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
BOURROUS Monir	Pédiatrie	NIAMANE Radouane	Rhumatologie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie	OUALI IDRISSE Mariem	Radiologie
BSISS Mohammed Aziz	Biophysique	OUBAHA Sofia	Physiologie
CHAFIK Rachid	Traumato-orthopédie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHAKOUR Mohammed	Hématologie	QACIF Hassan	Médecine interne
CHELLAK Laila	Biochimie-chimie	QAMOUSS Youssef	Anesthésie- réanimation
CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	Radiologie	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RADA Nouredine	Pédiatrie
DAHAMI Zakaria	Urologie	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
DAROUASSI Youssef	Oto-rhino-laryngologie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino- laryngologie
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	ROCHDI Youssef	Oto-rhino- laryngologie

EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie-réanimation	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
ELAMRANI Moulay Driss	Anatomie	SAMLANI Zouhour	Gastro-entérologie
EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	SARF Ismail	Urologie
EL BARNI Rachid	Chirurgie générale	SORAA Nabila	Microbiologie- virologie
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	TASSI Noura	Maladies infectieuses
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	TAZI Mohamed Illias	Hématologie clinique
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	YOUNOUS Said	Anesthésie- réanimation
EL HAOURY Hanane	Traumato-orthopédie	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie- virologie
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZEMRAOUI Nadir	Néphrologie
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZIADI Amra	Anesthésie- réanimation
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	ZOUHAIR Said	Microbiologie
EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale	ZYANI Mohammad	Médecine interne
EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques		

Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABDOU Abdessamad	Chirurgie Cardio-vasculaire	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie-embryologie-cytogénétique
ABIR Badreddine	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	JANAH Hicham	Pneumo-phtisiologie
ADARMOUCH Latifa	Médecine communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	KADDOURI Said	Médecine interne
AIT BATAHAR Salma	Pneumo-phtisiologie	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
ALAOUI Hassan	Anesthésie-réanimation	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
ALJALIL Abdelfattah	Oto-rhino-laryngologie	MARGAD Omar	Traumato-orthopédie
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	MESSAOUDI Redouane	Ophtalmologie
ARSALANE Adil	Chirurgie thoracique	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-rhino-laryngologie
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie

BELBACHIR Anass	Anatomie pathologique	NADER Youssef	Traumato-orthopédie
BELHADJ Ayoub	Anesthésie-réanimation	NASSIM SABAH Taoufik	Chirurgie réparatrice et plastique
BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	RHARRASSI Issam	Anatomie pathologique
CHRAA Mohamed	Physiologie	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
EL HAOUATI Rachid	Chirurgie Cardio- vasculaire	SEDDIKI Rachid	Anesthésie-réanimation
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie-virologie	SERGHINI Issam	Anesthésie-réanimation
EL MEZOUARI El Mostafa	Parasitologie-mycologie	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
ESSADI Ismail	Oncologie médicale	ZARROUKI Youssef	Anesthésie-réanimation
GHAZI Mirieme	Rhumatologie	ZIDANE Moulay Abdelfettah	Chirurgie thoracique
HAMMOUNE Nabil	Radiologie		

Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
AABBASSI Bouchra	Psychiatrie	EL JADI Hamza	Endocrinologie et maladies métaboliques
ABALLA Najoua	Chirurgie pédiatrique	EL-QADIRY Rabiyy	Pédiatrie
ABDELFETTAH Youness	Rééducation et réhabilitation fonctionnelle	FASSI Fihri Mohamed jawad	Chirurgie générale
ABOUDOURIB Maryem	Dermatologie	FDIL Naima	Chimie de coordination bio- organique
ABOULMAKARIM Siham	Biochimie	FENANE Hicham	Chirurgie thoracique
ACHKOUN Abdessalam	Anatomie	GEBRATI Lhoucine	Chimie physique
AHBALA Tariq	Chirurgie générale	HAJHOUI Farouk	Neurochirurgie
AIT ERRAMI Adil	Gastro-entérologie	HAJJI Fouad	Urologie
AKKA Rachid	Gastro-entérologie	HAMRI Asma	Chirurgie Générale
AMINE Abdellah	Cardiologie	HAZIME Raja	Immunologie
ARROB Adil	Chirurgie réparatrice et plastique	IDAENE Malika	Maladies infectieuses
AZAMI Mohamed Amine	Anatomie pathologique	KHALLIKANE Said	Anesthésie-réanimation
AZIZ Zakaria	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale	LACHHAB Zineb	Pharmacognosie
AZIZI Mounia	Néphrologie	LAHLIMI Fatima Ezzahra	Hématologie clinique
BAALLAL Hassan	Neurochirurgie	LAHMINE Widad	Pédiatrie
BABA Hicham	Chirurgie générale	LAMRANI HANCI Asmae	Microbiologie- virologie
BELARBI Marouane	Néphrologie	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
BELFQUIH Hatim	Neurochirurgie	JALLAL Hamid	Cardiologie

BELGHMAIDI Sarah	Ophtalmologie	MAOUJOURD Omar	Néphrologie
BELLASRI Salah	Radiologie	MEFTAH Azzelarab	Endocrinologie et maladies métaboliques
BENAMEUR Yassir	Médecine nucléaire	MILOUDI Mouhcine	Microbiologie-virologie
BENANTAR Lamia	Neurochirurgie	MOUGUI Ahmed	Rhumatologie
BENCHAFAI Ilias	Oto- rhino- laryngologie	MOULINE Souhail	Microbiologie-virologie
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie	NASSIH Houda	Pédiatrie
BENYASS Youssef	Traumatologie-orthopédie	OUERIAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie
BENZALIM Meriam	Radiologie	OUMERZOUK Jawad	Neurologie
BOUHAMIDI Ahmed	Dermatologie	RAGGABI Amine	Neurologie
BOUTAKIOUTE Badr	Radiologie	RAISSI Abderrahim	Hématologie clinique
CHAHBI Zakaria	Maladies infectieuses	REBAHI Houssam	Anesthésie-réanimation
CHEGGOUR Mouna	Biochimie	RHEZALI Manal	Anesthésie-réanimation
CHETOUI Abdelkhalek	Cardiologie	ROUKHSI Redouane	Radiologie
CHETTATI Mariam	Néphrologie	SAHRAOUI Houssam Eddine	Anesthésie-réanimation
DAMI Abdallah	Médecine légale	SALLAHI Hicham	Traumatologie- orthopédie
DARFAOUI Mouna	Radiothérapie	SAYAGH Sanae	Hématologie
DOUIREK Fouzia	Anesthésie réanimation	SBAAI Mohammed	Parasitologie-mycologie
DOULHOUSNE Hassan	Radiologie	SBAI Asma	Informatique
EL-AKHIRI Mohammed	Oto- rhino- laryngologie	SEBBANI Majda	Médecine Communautaire (Médecine préventive, santé publique et hygiène)
EL AMIRI Moulay Ahmed	Chimie de coordination bio-organique	SIRBOU Rachid	Médecine d'urgence et de catastrophe
ELATIQI Oumkeltoum	Chirurgie réparatrice et plastique	SLIOUI Badr	Radiologie
ELBAZ Meriem	Pédiatrie	WARDA Karima	Microbiologie
EL FADLI Mohammed	Oncologie médicale	YAHYAOUI Hicham	Hématologie
EL FAKIRI Karima	Pédiatrie	YANISSE Siham	Pharmacie galénique
EL GAMRANI Younes	Gastro-entérologie	ZBITOU Mohamed Anas	Cardiologie
EL HAKKOUNI Awatif	Parasitologie-mycologie	ZIRAOUI Oualid	Chimie thérapeutique
ELJAMILI Mohammed	Cardiologie	ZOUIA Btissam	Radiologie
EL KHASSOUI Amine	Chirurgie pédiatrique	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio- vasculaire
ELOUARDI Youssef	Anesthésie-réanimation		

Liste Arrêtée Le 03/03/2022



DÉDICACES



Sois reconnaissant envers les gens qui te rendent heureux. Ils sont les jardiniers qui font fleurir ton âme." Marcel Proust



Je dédie cette thèse

A Allah

Le tout puissant qui m'a inspiré, m'a guidé dans le bon chemin, m'a donné la force pour survivre et l'audace de dépasser toutes les difficultés. Ta bonté est grande envers moi... Il a voulu et permis que ce jour arrive. Je lui dois ce que je suis devenu, louanges et remerciements pour sa clémence et sa miséricorde. Merci pour les roses, merci pour les épines.

À mes parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, la loyauté et le respect que j'ai toujours eu pour vous. Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien-être. Ce travail est le fruit de vos sacrifices pour mon éducation et ma formation. Vous m'avez toujours soutenu, vous étiez, vous êtes et vous serez toujours ce que j'ai de plus cher. Aucune dédicace ne saurait exprimer ma gratitude et reconnaissance. J'implore dieu qu'il vous procure santé et qu'il m'aide à vous récompenser pour tous vos sacrifices.

À mon très cher père, « Chanchabí Ahmed »

Toute l'encre du monde ne pourrait suffire pour exprimer mes sentiments et ma reconnaissance. Vous avez été le meilleur père, vous m'avez tout donné sans compter, vous m'avez éduqué, aimé et soutenu tant moralement que matériellement. Vous avez été, êtes et serez toujours mon école et ma référence. Vous m'avez guetté les pas, et m'avez couvé de tendresse. Je te dois ce que je suis aujourd'hui, ce que je serai demain et je ferai éternellement de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Que Dieu le plus puissant te protège, cher papa, de tout mal, t'accorde sérénité, bonheur et bonne santé.

À ma très chère mère, « Faouzi Fadma »

À la plus douce et la plus merveilleuse de toutes les mamans, aucune dédicace ne saura transmettre la profondeur de ma reconnaissance et le degré d'affection et de respect que je ressens pour toi. Tu étais toujours présente à mes côtés pour me consoler et tu n'as jamais cessé de me soutenir et m'encourager. Tes prières ont été pour moi un grand soutien et une énorme source de force et de courage tout au long de mon parcours. Il me faudra plus que les mots pour t'exprimer mon amour. C'est grâce à ta présence constante et ton soutien que j'ai dû surmonter des longues années d'étude. Aujourd'hui, je réalise un rêve partagé, notre rêve. Aujourd'hui, je t'offre maman, ma thèse, ma réussite. Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma profonde reconnaissance. Puisse Dieu tout puissant te protéger du mal, te procurer longue vie, santé et bonheur, afin que je puisse te rendre un minimum de ce que je te dois.

À ma très chère sœur, « Nouzha Chanchabi »

Aucune dédicace ne peut exprimer la profondeur des sentiments d'amour, d'attachement et de respect que j'éprouve à ton égard. Je te dédie ce travail en témoignage de ma profonde affection en souvenir de notre indéfectible union qui s'est tissée au fil des années. Tu étais et tu resteras pour jamais ma sœur et ma confidente. Mon estime pour ta personne est sans limite, tu es l'exemple de la sagesse et de la sœur parfaite. Merci pour ton grand soutien dans les moments difficiles, qui m'a toujours rendu plus fort. Que mon travail soit témoignage de mon grand amour et respect. Puisse Allah te protéger, te procurer bonne santé et t'aider à réaliser tes vœux les plus chers.

À ma très chère sœur, « Latifa Chanchabi »

Aucun mot ne pourrait exprimer mon amour et mon attachement à toi. Merci pour ta manière de me motiver, ton soutien, ton aide et ta générosité qui ont été pour moi une source de courage et de confiance. Je te remercie pour tous les agréables moments qu'on a passé ensemble, pour tout ce que tu as fait pour moi. Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal. Je te dédie ce travail, pour tous les moments de joie, de complicité, et de taquinerie qu'on a pu partager ensemble.

A mon frère, « Khalid Chanchabi »

Nullé expression ne saurait exprimer l'amour et la tendresse que j'ai pour toi. On se le dit très rarement mais je t'aime, Dada Khalid. Ta présence nous manque ; Je te dédie ce travail en témoignage de l'amour et des liens de sang qui nous unissent.

Merci de toujours veiller sur moi ; A nos beaux souvenirs, à nos voyages et nos aventures. Puissions-nous rester unis dans la tendresse et fidèles à l'éducation que nous avons reçue. J'implore Dieu qu'il t'apporte bonheur, longue vie et t'aide à réaliser tous tes vœux. Loïn des yeux, près du cœur. Je t'aime frerot.

A ma toute belle nièce qui vient de naître, Mayssa Chanchabi

C'est un tonton épanoui qui t'envoies ce message ! Et c'est avec impatience que j'attends le jour où je te prendrai dans mes bras. Que dieu t'apporte bonheur, prospérité et beaucoup de réussite dans l'avenir, petit ange.

A ma tante adorée, Khadija Faouzi

Celle qui sait donner sans rien attendre en retour. Je ne te le dis jamais assez, mais merci de toujours veiller sur moi ; à ta force et à ton courage. Je te promets d'être ton fils, ton ami et toute ta famille quand tu le voudras. Je te dédie ce travail qui ne vaut rien devant tout l'amour que tu m'as donné et tous les sacrifices que tu aies faits pour toute la famille. Que ce que tu m'as apporté te soit rendu au centuple ! Qu'en récompense, ton chemin de vie soit parsemé de 1000 petits bonheurs ! Je t'aime.

A la mémoire de mes grands parents, mes oncles et ma tante

A mon grand père Mohamed Faouzi, à ma grand-mère Aïcha Alahyane

A mes oncles Mohamed et Lahcen Chanchabi

A ma tante Fadma Chanchabi

J'aurai tant aimé que vous soyez présents. Je vous dédie aujourd'hui ma réussite. Que Dieu ait vos âmes dans sa sainte miséricorde. Vous êtes loïn des yeux mais vivants dans mon esprit et proche de mon cœur.

A mon très cher ami, Hassan EL Gana

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour t'exprimer mon affection et respect. Merci d'avoir toujours été là pour moi. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous ces moments passés ensemble, je te souhaite une vie pleine de santé de bonheur. Que notre amitié reste éternelle. « I got your back,gros achir »

A toute la famille Aboubaigi

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, la loyauté et la gratitude envers vous et votre Maman !Je vous remercie énormément pour tout ce que vous avez fait pour moi depuis mon arrivée à Marrakech !Je vous dédie ce travail en témoignage de mon amour, en vous souhaitant beaucoup de bonheur et de réussite. Puisse dieu protéger, garder et renforcer notre amitié et notre amour.J'implore dieu qu'il vous procure santé et qu'il m'aide à vous récompenser pour tous vos sacrifices.

A mes amis Sbayto, Amalki, Anass, Meryem, Sara, Soukaina, Zakaria, Abderrahim, Fatza, Rim et Amine

Votre amitié a doublé mes joies et a réduit mes peines. Votre présence à mes côtés m'a toujours honoré, merci pour les beaux moments que nous avons passé ensemble. Votre présence m'a été d'un grand soutien au cours de mon parcours. Que la bonté de Dieu illumine votre chemin.

A tous ceux qui me sont chers et que j'ai involontairement omis de citer.

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.



REMERCIEMENTS



À MON MAÎTRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE :

PROFESSEUR Y. Najeb

**Professeur d'Enseignement Supérieur, Chef du service
Traumatologie-orthopédie A, Hôpital Ibn Tofaïl.**

Vous nous avez accordé un grand honneur en acceptant de présider le jury de notre thèse. Nous avons eu la chance et le privilège de travailler sous votre direction, de profiter de votre culture scientifique, vos compétences professionnelles incontestables ainsi que vos qualités humaines qui vous valent l'admiration et le respect. Veuillez trouver ici, l'expression de notre grande estime.

**À NOTRE CHER MAÎTRE ET RAPPORTEUR DE
THÈSE :**

PROFESSEUR I. Abkari

**Professeur d'Enseignement Supérieur, Chef du service
Traumatologie-orthopédie B,
CHU Mohammed VI de Marrakech.**

Vous m'avez fait un grand honneur en acceptant de me confier ce travail auquel vous avez grandement contribué en me guidant, en me conseillant et en me consacrant une grande partie de votre précieux temps. Je vous remercie de votre patience, votre disponibilité, de vos encouragements et de vos précieux conseils dans la réalisation de ce travail. Votre compétence, votre dynamisme et votre rigueur ont suscité en moi une grande admiration et un profond respect. Vos qualités professionnelles et humaines me servent d'exemple. Votre exigence et votre souci du détail m'ont incité à approfondir ma réflexion. Ce fut très agréable de travailler avec vous pendant cette période. Veuillez accepter, cher maître, l'assurance de mon estime et de mon profond respect. Puisse ce travail être à la hauteur de la confiance et l'intérêt que vous m'avez accordés.

À NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE
Professeur M. OUALI IDRISSE
Professeur d'enseignement supérieur en Radiologie,
CHU Mohammed VI de Marrakech

Permettez-nous de vous exprimer toute notre gratitude pour l'immense honneur que vous nous faites en acceptant de faire partie de notre noble Jury. Nous vous remercions pour la grande amabilité avec laquelle vous nous avez accueillis et aidé. Nous avons eu la chance et le privilège de travailler sous votre direction, de profiter de votre culture scientifique, de vos compétences professionnelles incontestables ainsi que de vos qualités humaines qui vous valent l'admiration et le respect. Puissent des générations et des générations avoir la chance de profiter de votre savoir qui n'a d'égal que votre sagesse et votre bonté. Veuillez, Chère Professeur, trouver dans ce modeste travail l'expression de notre haute considération et de notre profond respect pour avoir guidé les premiers pas de ma carrière.

À NOTRE MAÎTRE ET JUGE DE THÈSE :
Professeur M.A. Benhima

Professeur d'enseignement supérieur en
Traumatologie-Orthopédie, CHU Mohammed VI de
Marrakech.

Nous vous remercions vivement pour l'honneur que vous nous faites en acceptant de juger ce travail. Nous sommes très sensibles à votre gentillesse et à votre accueil très aimable. Que ce travail soit pour nous l'occasion de vous exprimer notre admiration ainsi que notre gratitude. Veuillez croire, cher maître, en nos sentiments les plus respectueux.

À NOTRE MAITRE ET JUGE DE THÈSE :

Professeur A. Belbachir

**Professeur agrégé en Anatomie Pathologique, CHU
Mohammed VI de Marrakech.**

C'est pour nous un grand honneur de vous voir siéger dans notre jury. Nous vous sommes très reconnaissants de la spontanéité et de l'amabilité avec lesquelles vous avez accepté de juger notre travail. Je vous prie cher maître de trouver ici l'expression de mes remerciements et de mon grand respect.

A NOTRE MAITRE : Professeur F. Ait Essi

**Professeur d'enseignement supérieur en Traumatologie-
Orthopédie**

Il m'est impossible de dire en quelques mots ce que je vous dois. Vous m'avez fait le grand honneur de me recevoir chez vous et de nous aider à bien mener ce travail en consacrant de votre temps précieux pour le parachever. Aujourd'hui, nous vous prions, cher Maître, de bien vouloir accepter ce travail en témoignage à notre grande estime et profonde gratitude.

**A Dr Mehdi Boumediane, Médecin spécialiste en
traumatologie-orthopédie.**

Vous m'avez accordé beaucoup de votre temps précieux. Vous m'avez soutenu par vos conseils et vos remarques pertinentes. Nous vous sommes reconnaissants de l'aide apportée tout au long de ce travail. Veuillez trouver ici l'expression de mes sincères remerciements.



ABBREVIATIONS



Liste des abréviations :

AR	: Arthroplastie de resurfçage.
ARCO	: Association Research Circulation Osseous
BMP	: Bone morphogenetic protein
CEMP	: Champs électromagnétique pulsé
CHU	: Centre hospitalier universitaire
CS	: cortico-spongieuse
CSH	: Cellules souches hématopoïétiques
CSM	: Cellules souches mésenchymateuses.
EIAS	: Epine iliaque antéro supérieure
EVA	: échelle visuelle analogique
FD	: Forage de décompression
FPM	: Forage percutané multiple.
GONV	: Greffe osseuse non vascularisée
GOV	: Greffe osseuse vascularisée
IRM	: Imagerie par résonance magnétique

OMS : Organisation mondiale de santé.

ON : Ostéonécrose

ONATF : Ostéonécrose aseptique de la tête fémorale

OTR : Ostéotomie transtrochantérienne de rotation

OTIV : Ostéotomie transtrochantérienne incurvée de varisation

OH : Oxygénothérapie hyperbare.

PM : Périmètre de marche

PMA : Postel Merle d'Aubigné

PIM : Pression intra-médullaire

PRP : Plasma riche en plaquettes

PTH : Prothèse totale de hanche

TDM : Tomodensitométrie

VIH : Virus d'immunodéficience humaine

VEGF : Vascular endothelial growth factor.



PLAN



INTRODUCTION	1
MATERIELS ET METHODES	3
I. Présentation de l'étude	4
II. Population cible	4
III. Critères d'inclusion et d'exclusion	4
IV. Recueil des données	5
V. Analyse statistique	5
VI. Epidémiologie :	6
VII. Etude avant traitement conservateur	9
RESULTATS	21
I. Le recul	22
II. Etude clinique	22
1. La douleur	22
2. Le périmètre de marche	23
3. Mobilité articulaire	24
4. Le score PMA	25
III. Etude radiologique	26
1. Radiographie standard	26
2. IRM	27
IV. Etude clinico-radiologique	27
V. Evolution	29
1. Complications	29
2. Retentissement socio-professionnel	30
VI. Satisfaction personnelle du résultat :	30
VII. Résultats globaux	30
1. Le taux de survie global	31
2. Le taux de survie selon les stades radiologiques	31
3. Taux de survie selon la technique chirurgicale	32
ICONOGRAPHIE	34
DISCUSSION	49
I. L'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale	50
1. Définition	50
2. Epidémiologie	50
3. Physiopathologie	53
4. Anatomopathologie	53
5. Facteurs étiologiques	58
6. Diagnostic positif	62
7. Les examens complémentaires	64
8. Evolution naturelle et pronostic	81
9. Traitements de l'ONATF	81
10. LES INDICATIONS THERAPEUTIQUES	112
II. Discussion des résultats	115
1. Le recul	115

2. Résultats cliniques	116
3. Evolution	118
4. Satisfaction personnelle du traitement	120
5. Résultats globaux	121
CONCLUSION	126
RECOMMANDATIONS THERAPEUTIQUE	128
RESUMES	130
ANNEXES	136
BIBLIOGRAPHIE	143



INTRODUCTION



Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

L'ostéonécrose ou nécrose avasculaire de la tête fémorale, une maladie récalcitrante caractérisée par la mort des ostéocytes et de la moelle osseuse, causée par un apport sanguin inadéquat au segment affecté de l'os sous-chondral résultante d'une altération de la circulation sanguine osseuse qui peut être consécutive à des conditions traumatiques ou non traumatiques.(1)

L'ostéonécrose de la tête fémorale (ONTF) touche le plus souvent les jeunes adultes dans la troisième et quatrième décennie de leur vie et chez qui l'incidence de la maladie bilatérale est étonnement élevée. L'ostéonécrose de la hanche peut passer par différents stades et évoluer vers une arthrite dégénérative de l'articulation de la hanche.

Sur le plan clinique elle se manifeste essentiellement par une douleur de type mécanique avec dans les stades évolués une limitation des mouvements de la hanche, source de gêne voire invalidité professionnelle. Le diagnostic repose sur la radiographie standard et surtout sur l'IRM pour les formes précoces.

Les options de traitement sont nombreuses. Certaines procédures qui auraient pu être pratiquées il y'a des années ne sont plus recommandées.

Les traitements actuels de l'ostéonécrose aseptique se divisent en traitements conservateurs et non conservateurs.

Dans le premier groupe du traitement, l'objectif est de sauvegarder la tête fémorale. Ces traitements reposent sur le forage du col ou la décompression du noyau qui est actuellement associée à des tentatives biologiques d'injection de protéines ostéoinductives ou de cellules souches mésenchymateuses autologues ainsi que des techniques d'ostéotomie et cimentoplastie.

Le but de notre étude est d'évaluer les résultats du traitement chirurgical conservateur à travers une étude de 10 cas d'ONTF.



MATÉRIELS ET MÉTHODES



I. Présentation de l'étude :

Nous avons réalisé une étude rétrospective sur 16 hanches de 10 patients. Il s'agit d'une étude colligée au service de traumatologie-orthopédie B du CHU Mohammed VI de Marrakech sur une durée de 6 ans, étalée de juin 2016 à juin 2022.

Afin de réaliser ce travail, nous nous sommes basés sur les données présentes dans les dossiers des patients. Nous avons inclus dans notre étude tout patient âgé de plus de 15 ans, ayant un dossier clinique complet avec un bilan radiologique initial, des contrôles post opératoires et un suivi en consultation externe.

II. Population cible :

Cette étude a été menée chez l'ensemble des patients présentant une ostéonécrose aseptique de la tête fémorale ayant reçu un traitement conservateur et hospitalisés au service de traumatologie-orthopédie B du CHU Mohammed VI.

III. Critères d'inclusion et d'exclusion :

1. Critères d'inclusion :

Sont inclus dans notre étude :

- Les patients d'âge supérieur à 15 ans.
- Tous les patients ayant une ONTF traité de façon conservatrice.
- Dossiers complets et exploitables.

2. Critères d'exclusion :

Sont exclus de l'étude :

- Patients de moins de 15 ans ou pris en charge par le service de chirurgie pédiatrique.
- Patients été traités par PTH ou autre méthode non conservatrice.

- Dossiers incomplets.

IV. Recueil des données :

Tous les dossiers des patients hospitalisés pour ONTF ont été analysés mais seulement 10 dossiers ont été retenus et ont fait l'objet de recueil de données à l'aide d'une fiche d'exploitation.

Les données épidémiologiques, cliniques, para cliniques et thérapeutiques ont été recueillies à partir des dossiers médicaux et ont été répertoriées dans une fiche d'exploitation (Annexe I).

Les paramètres étudiés sont les suivants :

- La douleur : que nous avons évalué par l'intermédiaire de l'échelle visuelle analogique (EVA).
- Le périmètre de marche.
- Les amplitudes articulaires à l'examen clinique.
- Le score de Postel–Merle d'Aubigné (PMA).
- L'évolution radiologique des têtes fémorales opérées par la radiographie standard en per et post-opératoires.
- La situation professionnelle : pour évaluer le retentissement éventuel de la pathologie.
- La satisfaction personnelle du malade vis-à-vis du traitement.
- La recherche de complications possibles après le geste chirurgical

Toutes les données recueillies sont saisies dans une fiche d'exploitation qui suit le patient pendant toute l'étude. (Annexe I)

V. Analyse statistique :

- Les données ont été saisies à l'aide du logiciel Microsoft Office Word 2016.
- L'analyse statistique a été réalisée à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel 2016.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

- Les variables qualitatives sont exprimées en pourcentage, alors que les variables quantitatives sont exprimées en moyenne.

VI. Epidémiologie :

1. Le sexe :

La majorité des cas de notre série étaient de sexe féminin avec 8 femmes soit 80% pour 2 hommes soit 20% (Figure 1), avec un sexe ratio de 4 en faveur des femmes.

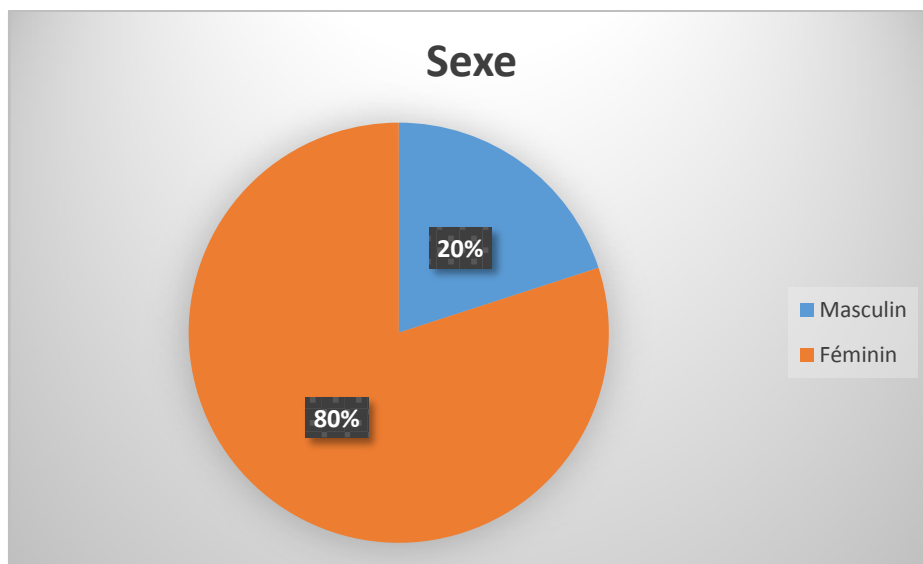


Figure 1 : Répartition des patients selon le sexe.

2. L'âge :

Dans notre série l'âge moyen a été de 34.3 ans avec des extrêmes de 19 et 47ans. L'âge moyen féminin est de 35 ans contre un âge moyen masculin de 31.5 ans.

La répartition par tranches d'âge montre un pic pour la tranche d'âge >40 ans (Figure 2).

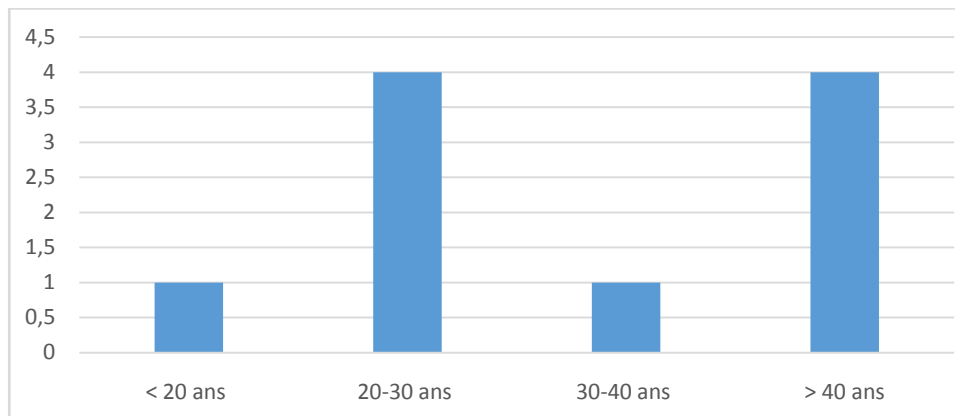


Figure 2 : Répartition des patients selon la tranche d'âge

3. Le côté atteint :

L'ostéonécrose est bilatérale dans 6 cas soit 60% des cas et unilatérale dans 4 cas soit 40%.
(Figure3)

Dans notre série, le nombre total de hanches malades est de 16 hanches et réparti de façon égale pour les deux côtés droit et gauche.

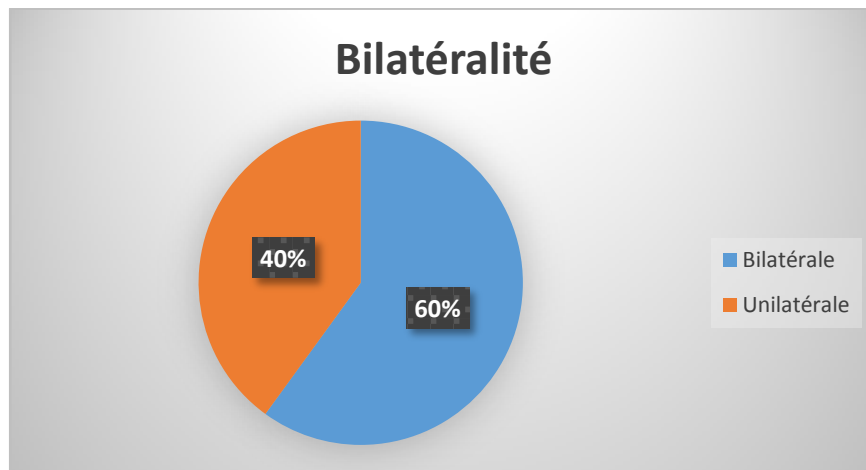


Figure 3 : Fréquence de la bilatéralité.

4. Facteurs étiologiques :

Les facteurs étiologiques de l'ONTF sont divers dans notre série (tableau I).

Tableau I Pourcentage des étiologies de l'ONTF

Etiologies	Nombre de patients	Pourcentage
Idiopathique	5	50%
Corticothérapie	2	20 %
LED	1	10 %
Ethylisme	1	10 %
Tabagisme	1	10 %

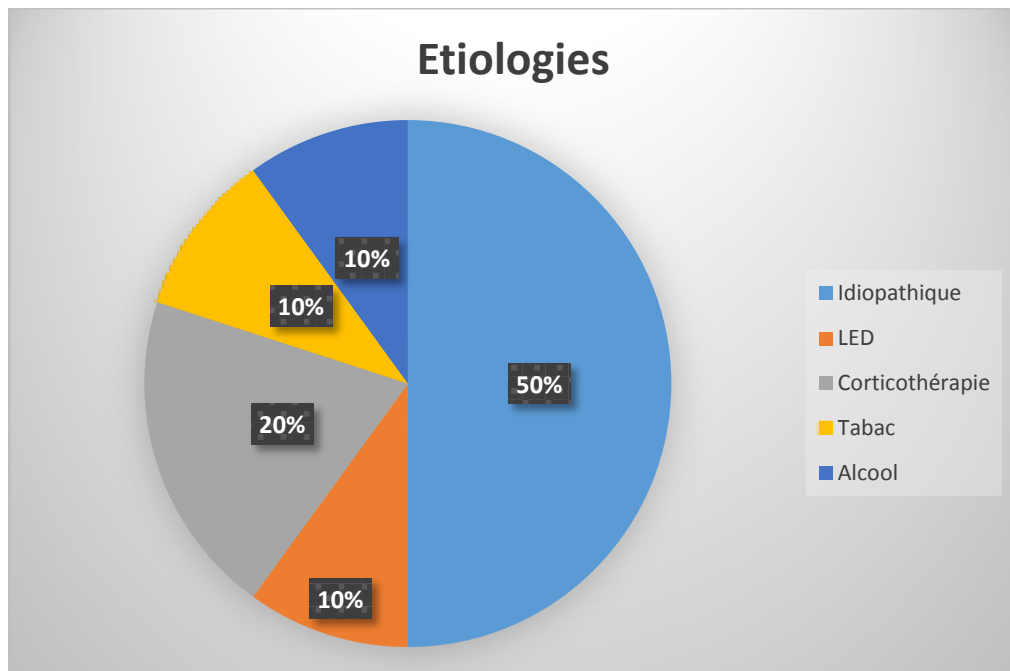


Figure 4 : Etiologies de l'ONTF

VII. Etude avant traitement conservateur :

1. Le délai diagnostique :

Le délai diagnostique moyen de l'ONTF dans notre série est de 1.6 ans avec des extrêmes de 3mois à 6 ans.

2. Etude clinique :

2.1 La douleur :

La douleur a été notée chez toutes les hanches de nos patients. L'évaluation de la douleur était au moyen de l'échelle visuelle analogique (EVA) cotée de 1 à 10. (Figure 5)

Le score moyen EVA de la douleur initiale était de 6.93 avec des extrêmes de 5 et 8.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

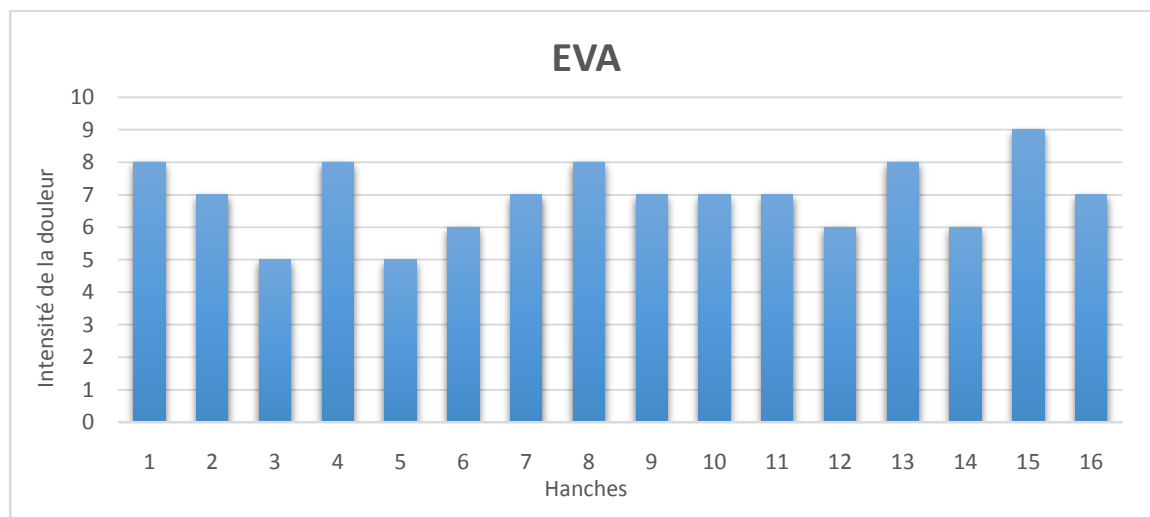


Figure 5 : Intensité de la douleur selon l'EVA chez les patients atteints d'ONTF.

2.2 Le périmètre de marche :

Le périmètre de marche était réduit chez tous nos patients.

Le PM moyen initial était de 440 m d'avec des extrêmes de 200 et 700. (Figure 6)

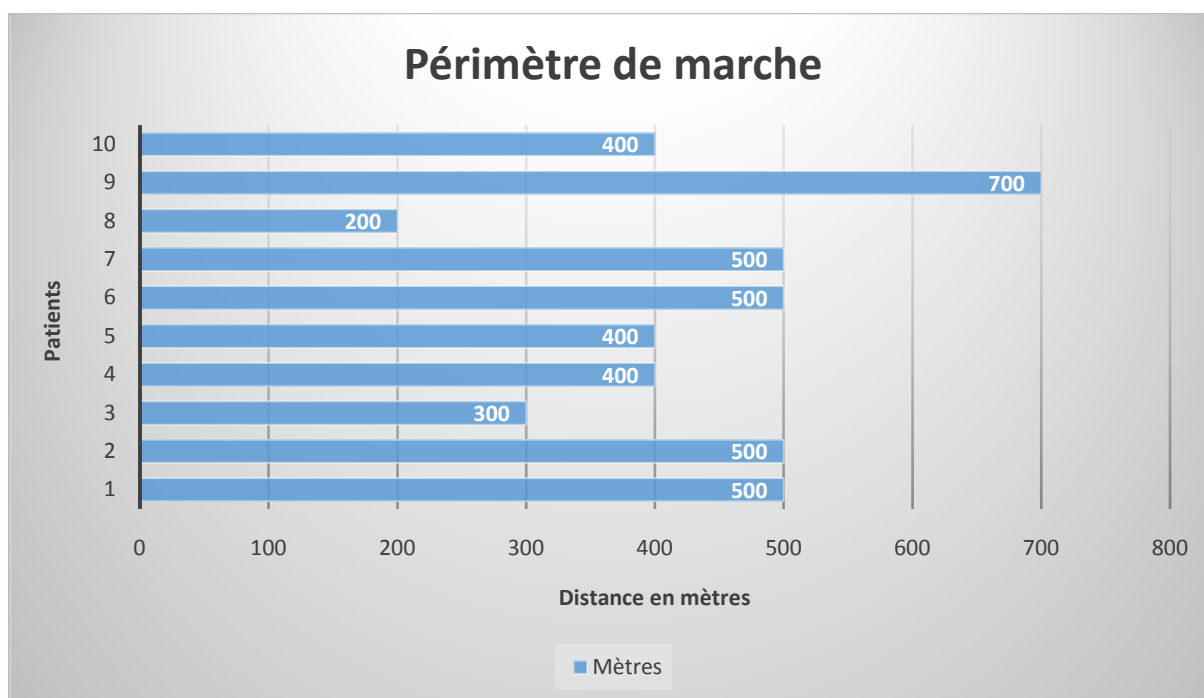


Figure 6 : Périmètre de marche selon les patients.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

2.3 Amplitudes articulaires :

Dans notre série tous les patients avaient une limitation des mouvements articulaires.

Nous avons calculé la moyenne pour chaque mouvement articulaire. Les résultats sont répartis comme suit (Figure7).

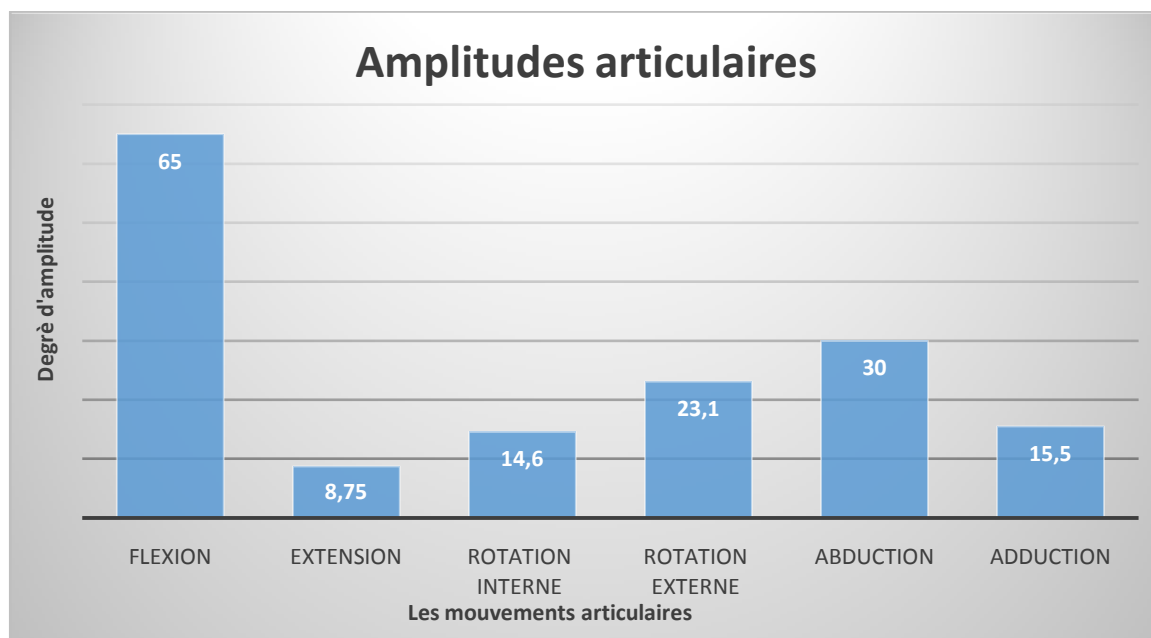


Figure 7 : Moyennes en degré pour chaque mouvement articulaire

2.4 La boiterie et l'amyotrophie quadricipitale :

La boiterie a été retrouvée chez tous nos patients alors que l'amyotrophie quadricipitale était retrouvée chez 2 patients. (Tableau II)

Tableau II : Pourcentage des anomalies retrouvées à l'examen clinique chez les patients

Anomalies.	Boiterie	Amyotrophie quadricipitale.
Nombre de cas.	10	2
Pourcentage.	100 %	20 %

2.5 Le score de Postel-Merle d'Aubigné :

L'évaluation de nos patients en préopératoire était à l'aide du score Postel-Merle d'Aubigné (PMA).

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Nous nous sommes contenté que des hanches traitées de façon conservatrice et qui étaient au nombre de 16 hanches. Les résultats étaient situés entre 8 (mauvais) et 13 (passable). (Tableau III)

Le score PMA moyen initial a été de 10.3 qualifié de médiocre.

Ci-dessous les scores PMA des différentes hanches de notre série. (Figure 8)

Tableau III : Scores PMA et leurs pourcentages de nos différents patients.

Score PMA	Mauvais (<9)	Médiocre (10-12)	Passable (13-15)
Nombre de hanches.	7	7	2
Pourcentage	43.75 %	43.75 %	12.5 %

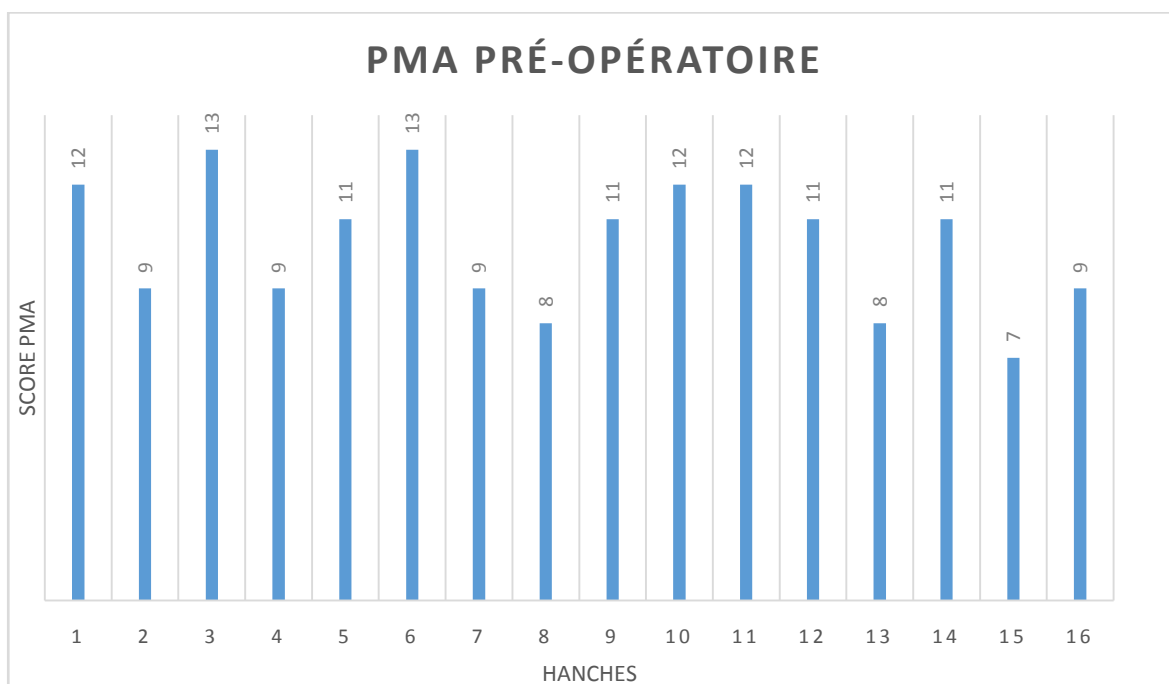


Figure 8 : Score PMA en préopératoire

3. Etude radiologique :

3.1 Les radiographies standard :

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Tous nos patients ont bénéficié de radiographies standards du bassin face et/ou de la hanche face alors que 6 patients ont bénéficié de radiographies de la hanche profil. Nous avons utilisé la classification radiologique d'Arlet et Ficat.

Selon cette classification nous avons eu 3 hanches stade I soit 19 %, 4 hanches stade IIa soit 25 %, 3 hanches stade IIb soit 19 % et 6 hanches stade III soit 37 %. (Tableau IV).

Tableau IV : Répartition des hanches selon le stade radiologique.

Classification d'Arlet et Ficat	Stade I	Stade IIa	Stade IIb	Stade III
Nombre de hanches	3	4	3	6
Pourcentage	19 %	25 %	19 %	37 %

3.2 L'IRM :

Six de nos patients (9 hanches), ont bénéficié d'une IRM de la hanche en préopératoire.

Nous avons étudié les types de lésions visualisés à l'IRM chez ces patients.

L'IRM a permis de visualiser la zone de nécrose dans toutes les hanches mais l'étendue de cette zone n'a pas été précisée chez tous ces patients.

Un seul patient avait des remaniements arthrosiques. (Tableau V)

Tableau V : Pourcentage des différentes lésions retrouvées sur l'IRM.

Nature des lésions .	Zone de nécrose.	Œdème.	Epanchement articulaire.	Remaniements dégénératifs.
Nombre de hanches.	9	4	5	1
Pourcentage	100 %	44 %	55 %	11 %

4. Retentissement socio-professionnel :

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Nous avons évalué le retentissement de l'ONATF sur la vie professionnelle de nos patients.

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant (Tableau VI) :

Tableau VI : Retentissement de l'ONATF sur la vie professionnelle de nos patients.

Retentissement	Aucun	Gêne	Invalidité
Nombre de patients.	0	6	4
Pourcentage.	0 %	60 %	40 %

L'ONATF a retenti sur la vie professionnelle de tous nos patients dont la majorité s'est retrouvée en **gêne**.

5. Traitement :

Tous nos patients ont été traités par plusieurs types de forages de la tête fémorale.

Le forage simple était la technique la plus utilisée chez nos patients avec un pourcentage de 44 %. (Tableau VII).

Le traitement médical et la mise en décharge ont été instaurés chez tous nos patients en postopératoire. Tous nos patients ont pris des antalgiques et/ou des AINS.

La mise en décharge a été conseillée chez tous nos patients avec un délai d'appui moyen de 11.4 semaines avec des extrêmes de 6 à 18 semaines.

Tableau VII : Pourcentages des différents types de forage dans notre série.

Type du forage.	Forage simple	Forage + greffe cortico-spongieuse.	Forage+ PRP.
Nombre de hanches.	7	5	4
Pourcentage.	44 %	31%	25 %

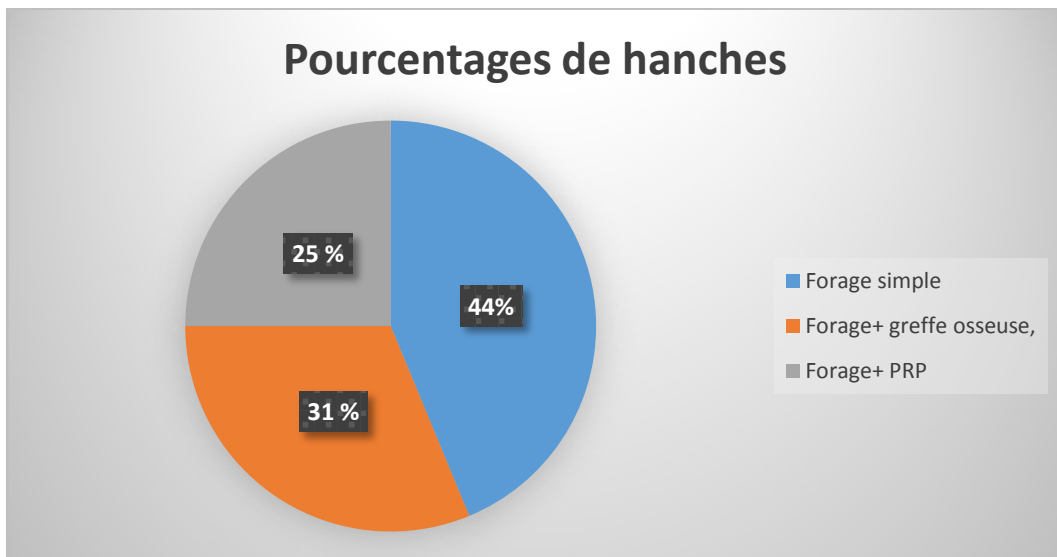


Figure 9 : Le pourcentage des différents types de forage effectués à nos malades.

5.1 Traitement chirurgical conservateur :

5.1.1 Technique du forage de décompression isolé :

L'acte chirurgical se déroule au bloc opératoire, sous rachianesthésie pour un forage unilatéral et sous anesthésie générale si forage bilatéral, tout en respectant les règles d'asepsie et sous amplificateur de brillance.

Le patient est installé sur une table orthopédique en décubitus dorsal. (Figure10)



Figure 10 : Installation du patient

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

La hanche malade est mise en légère rotation interne alors que le côté opposé est mis en position gynécologique.

Pour les atteintes bilatérales, le forage est réalisé dans un même temps opératoire, en repositionnant l'autre hanche après changement des champs opératoires. Une orientation de la broche repère est simulée avant incision à l'aide d'un amplificateur de brillance afin d'obtenir un meilleur point d'entrée.

On réalise une incision de 2cm au niveau de la région trochantérienne. (Figure 11)



Figure 11 : Incision au niveau de de la partie supéro-externe de la cuisse.

Après vérification exacte du siège de la nécrose sous l'amplificateur de brillance, une broche guide est introduite dans le col du fémur en direction de la nécrose de la tête fémorale. (Figure 12)

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

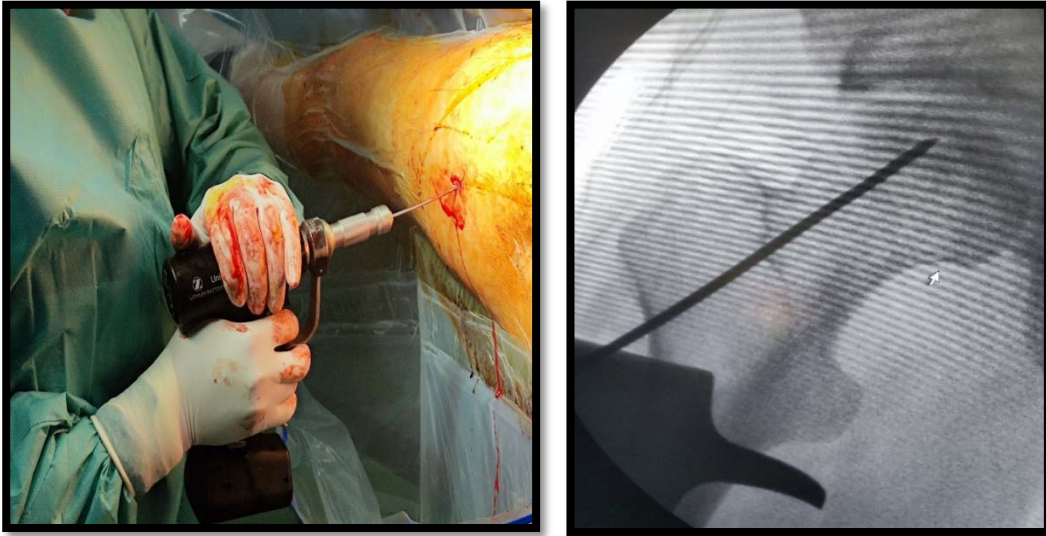


Figure 12 : Introduction d'une broche guide avec moteur sous contrôle scopique.

Une mèche perforée de 7.5 mm de diamètre est introduite suivant la broche guide sous contrôle radioscopique de la région sous-trochantérienne jusqu'à la zone de nécrose. L'extrémité de la mèche est placée à 5 mm du cartilage articulaire. A l'aide d'un jeu de curettes de différents diamètres, l'os nécrotique est prélevé. (Figure13)

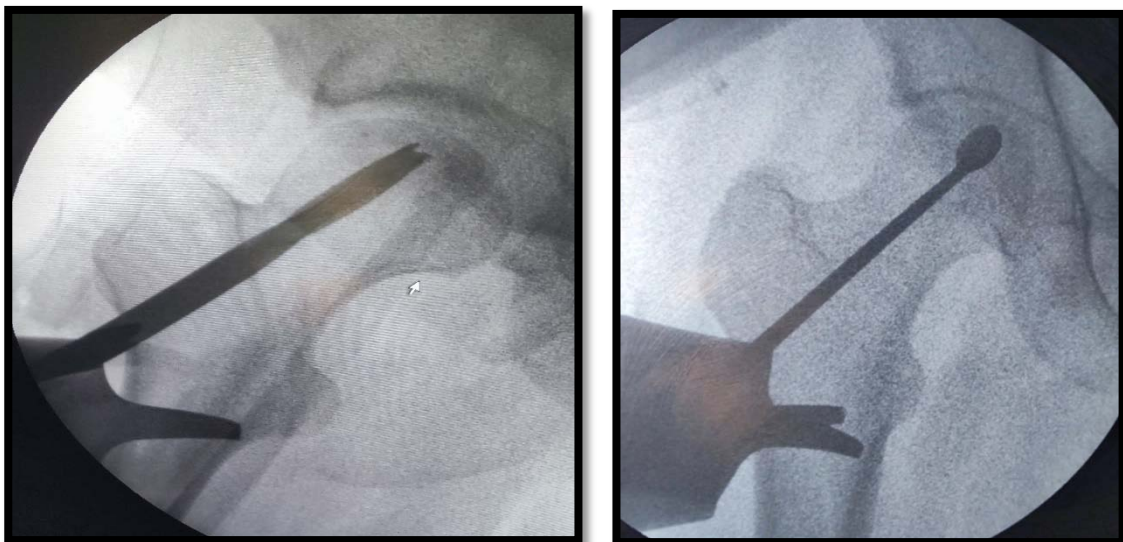


Figure 13 : Forage de la tête fémorale avec une mèche de 7.5mm à 5mm du cartilage articulaire et prélèvement de la nécrose par une curette.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

La fermeture de la plaie opératoire est effectuée plan par plan, avec la mise en place d'un drain de Redon.

Dans la suite du forage, une mise en décharge pendant 03 mois est nécessaire.

5.1.2 Technique du forage associé à une greffe osseuse :

Cette technique comporte 2 temps opératoires :

- a. La création d'un trou de décompression par forage de la tête fémorale.
- b. Le prélèvement d'un greffon cortico-spongieux de la crête iliaque :

Le greffon est prélevé de l'EIAS à l'aide de ciseaux à os. L'os cortico-spongieux est ensuite préparé et taillé pour être en adéquation avec le trou de forage. Le greffon est poussé tout au long du canal de forage jusqu'à la zone de nécrose. Un contrôle scopique est nécessaire pour vérifier la progression du greffon. (Figures 14-15)



Figure 14 : Préparation d'un greffon iliaque.

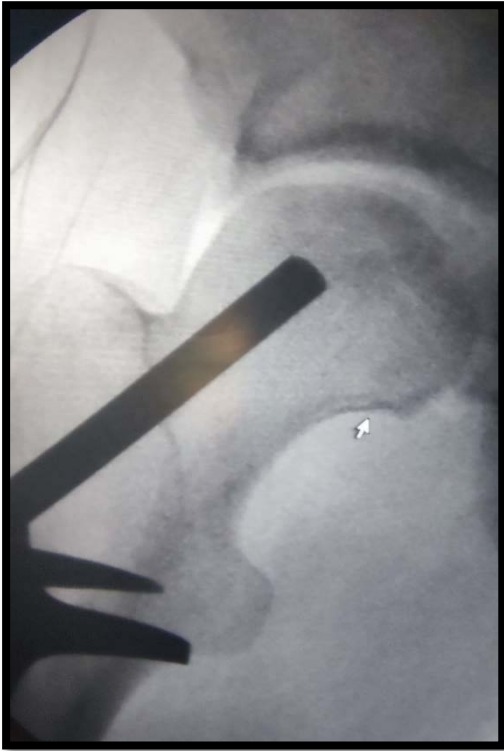


Figure 15 : Greffon poussé à travers le trou de forage vers la zone de nécrose.

5.1.3 Forage de la tête fémorale avec adjonction du PRP :

Avant l'anesthésie, 25 ml du sang veineux ont été prélevé et collecté dans des tubes citratés puis acheminés au laboratoire pour une centrifugation pendant 15 minutes. (Figure 16)



Figure 16 : Concentré de PRP recueilli après centrifugation.

Entre-temps le forage de la tête fémorale est effectué ainsi que le recueil de l'os spongieux sain de la région trochantérienne. Ensuite les concentrés de PRP sont instillés dans la zone de nécrose avec impaction de l'os spongieux préalablement recueilli dans le trou de forage pour prévenir la fuite du liquide plasmatique.

5.2 Durée d'hospitalisation :

La durée d'hospitalisation moyenne est de 4.4 jours avec des extrêmes de 3 et 7 jours.



RESULTATS



I. Le recul :

Tous les patients ont été revus. Le recul moyen était de 28.4 mois avec des extrêmes de 3 mois et 5 ans.

II. Etude clinique :

1. La douleur :

La douleur a été évaluée à l'aide de l'EVA avant et après traitement conservateur. Les hanches opérées par traitement conservateur sont numérotées de 1 à 16. (Figure 17)

Les différentes valeurs de l'EVA sont répertoriées dans le tableau ci-dessous. (Tableau VIII)

Tableau VIII : Valeurs de l'EVA avant et après traitement conservateur des différentes hanches opérées

Hanches	EVA AVANT	EVA APRES
Hanche 1	8	0
Hanche 2	7	8
Hanche 3	5	3
Hanche 4	8	0
Hanche 5	5	0
Hanche 6	6	0
Hanche 7	7	6
Hanche 8	8	8
Hanche 9	7	9
Hanche 10	7	4
Hanche 11	7	3
Hanche 12	6	6
Hanche 13	8	7
Hanche 14	6	4
Hanche 15	9	0
Hanche 16	7	0

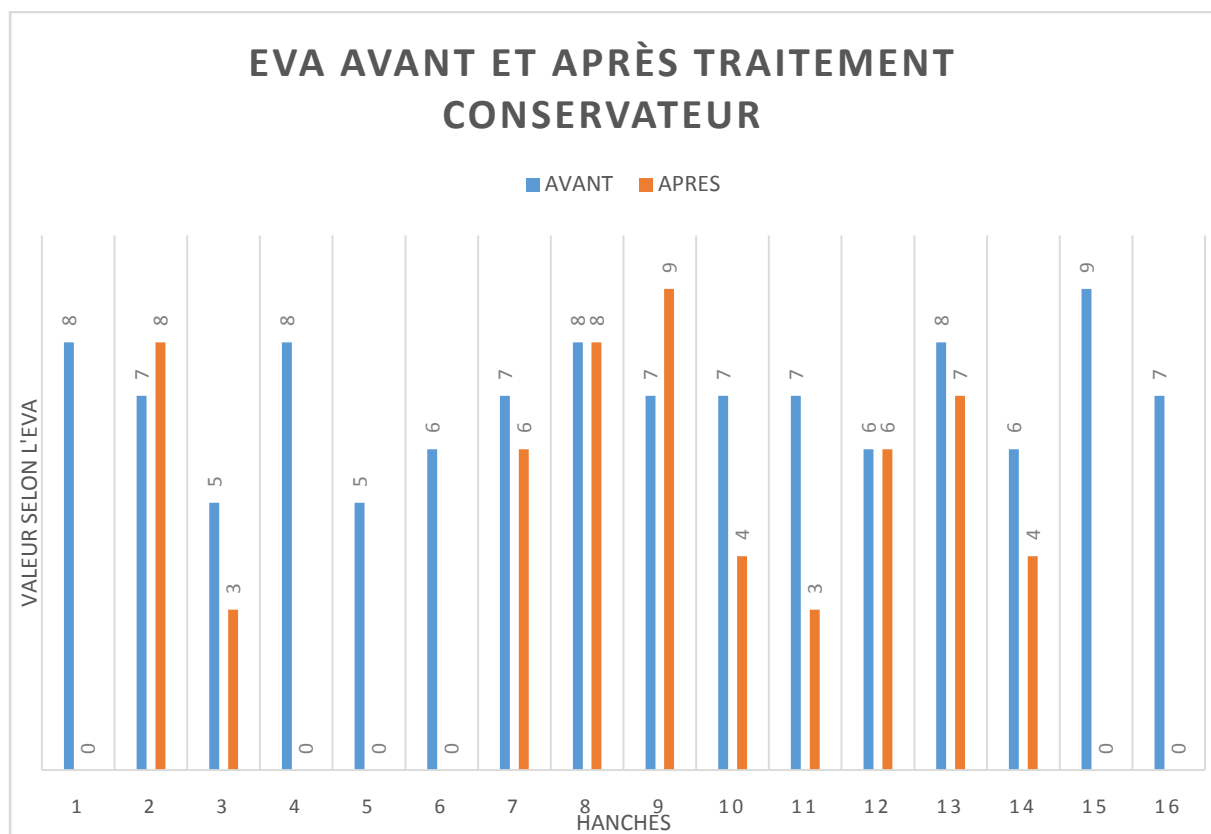


Figure 17 : Evaluation de la douleur selon l'EVA avant et après traitement chirurgical conservateur.

La douleur moyenne après traitement chirurgical conservateur a été de 3.6 avec des extrêmes de 0 et 9, ce qui correspond à une diminution de 48% par rapport à la douleur initiale.

Le forage a permis de supprimer complètement la douleur pour 6 hanches soit 37.5%.

2. Le périmètre de marche :

Après forage, la majorité des patients ont vu leur périmètre de marche s'améliorer. (Figure18)

Au dernier recul, deux patients ont retrouvé un périmètre de marche illimité.

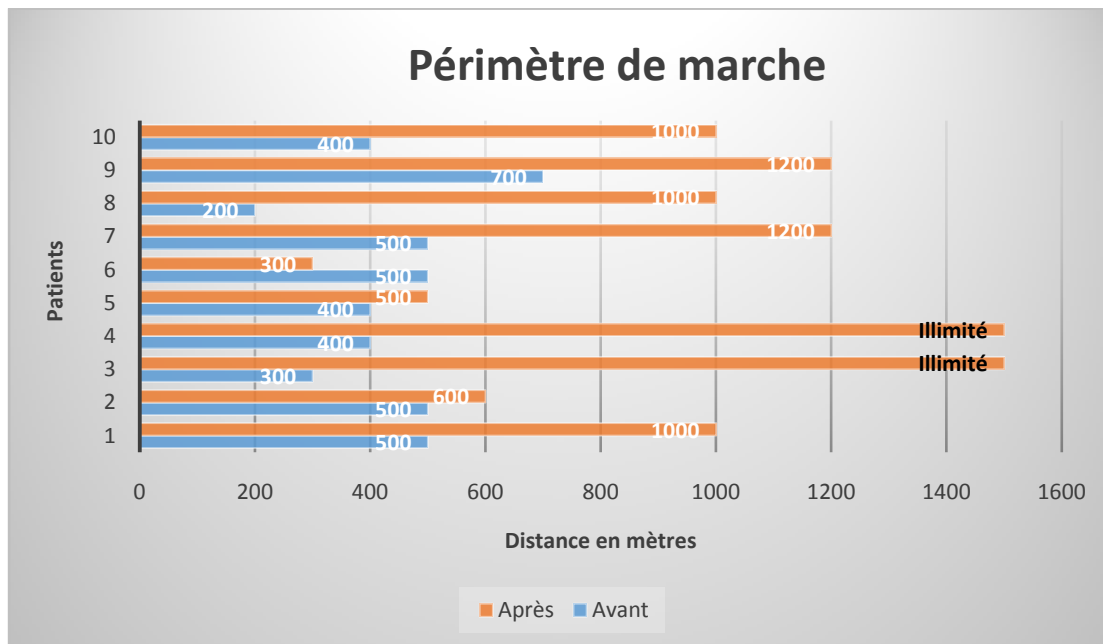


Figure 18 : Périmètre de marche avant et après forage.

3. Mobilité articulaire :

Après le forage, une amélioration des amplitudes articulaires a été notée chez la majorité des patients.

Nous avons calculé la moyenne en degré pour chaque mouvement chez les 10 patients dont les résultats préopératoires étaient disponibles. (Figure 19)

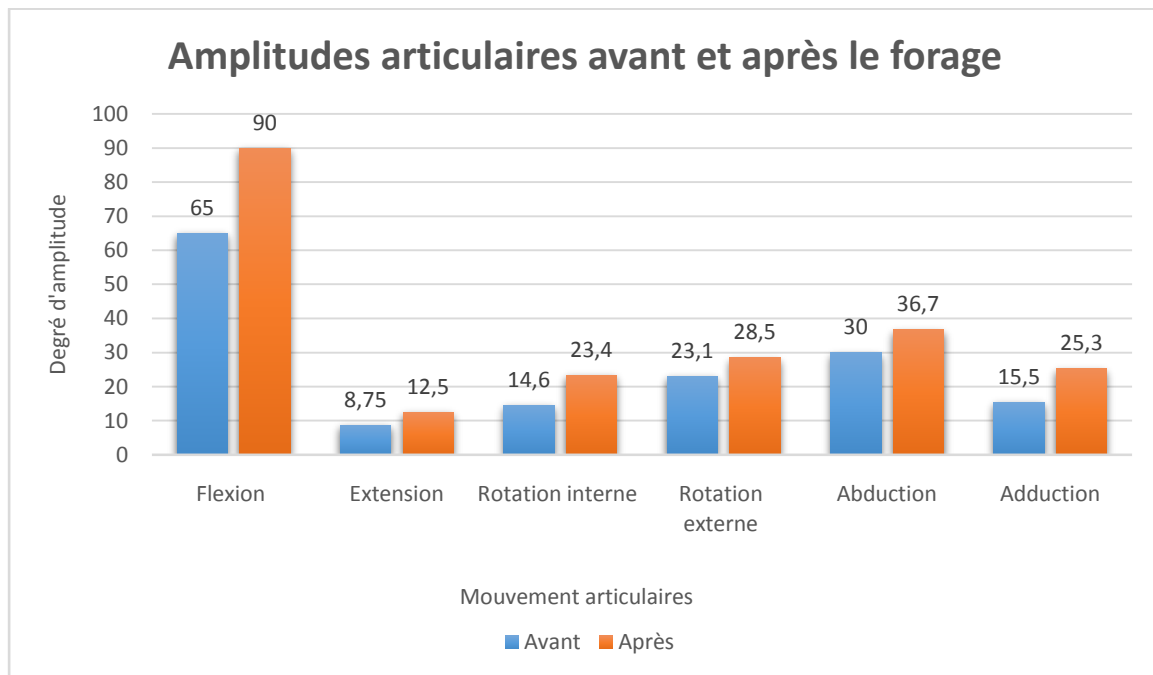


Figure 19 : Moyenne des amplitudes articulaires des hanches avant et après forage.

4. Le score PMA :

Nous avons objectivé une amélioration du score PMA chez la majorité de nos patients avec des résultats qui varient entre 6 /18 (mauvais) et 18/18 (excellent). (Figure 20)

Le score moyen a été de 13.9/18 (passable) après le forage, contre 10.3/18 (médiocre) avant le geste ce qui correspond à un gain de 3.6 points.

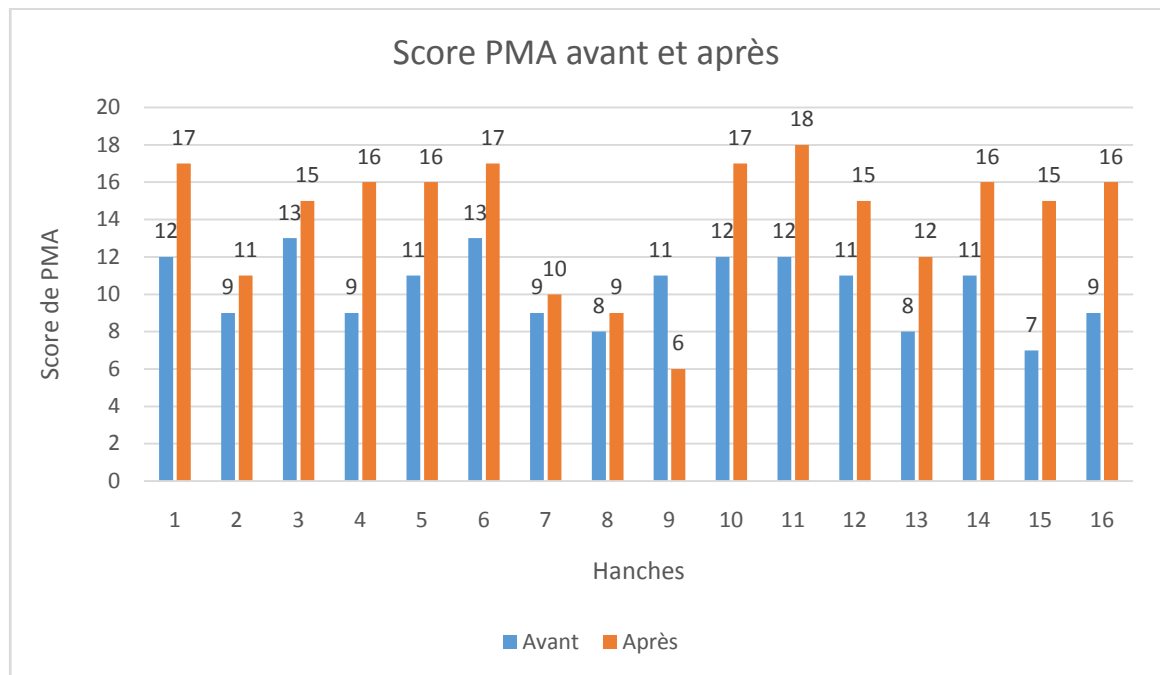


Figure 20 : Score PMA avant et après forage des différentes hanches opérées.

III. Etude radiologique :

1. Radiographie standard :

L'évolution radiologique des ONTF après traitement chirurgical conservateur au dernier recul se présente comme suit : (Tableau IX)

- Une hanche au stade I d'Arlet et Ficat qui correspond à un pourcentage de 6%.
- 5 hanches au stade IIa d'Arlet et Ficat qui correspondent à 40 %.
- 2 hanches stade IIb d'Arlet et Ficat qui correspondent à 13 %.
- 3 hanches stade III d'Arlet et Ficat qui correspondent à 19 %.
- 5 hanches de destruction arthrosique de la hanche (stade IV), ce qui correspond à un 31 %.

Tableau IX : Stades radiologiques au dernier recul

Classification d'Arlet et Ficat	Stade I	Stade IIa	Stade IIb	Stade III	Stade IV
Nombre de hanches	1	5	2	3	5
Pourcentage	6%	31 %	13 %	19 %	31%

2. IRM :

Notre objectif était d'évaluer nos résultats par l'IRM. Cependant, suite à plusieurs problèmes de prise de rendez-vous et de panne de l'appareil IRM, notre objectif n'a pas pu aboutir.

IV. Etude clinico-radiologique :

Nous avons décidé d'évaluer les résultats du traitement chirurgical conservateur par la clinique et la radiologie.

Le succès clinique a été défini par une amélioration du score PMA après traitement et l'échec radiologique par la progression du stade d'Arlet et Ficat.

Le taux de succès clinique global est de 93.8 % et le taux d'échec radiologique global est de 50 %.

Ainsi cette différence, nous amène à constater qu'il n'y a pas de parallélisme entre la radiologie et la clinique. (Tableau X)

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Tableau X : Evaluation des résultats clinico-radiologiques après traitement chirurgical conservateur.

Hanches	Technique	Préopératoire		Postopératoire		Résultats	
		PMA	Stade radiologique	PMA	Stade radiologique	Clinique	Radiologique
1	Forage+GONV	12	IIb	17	IIb	Succès	Succès
2	Forage+GONV	9	III	11	IV	Succès	Echec
3	Forage simple	13	I	15	IIb	Succès	Echec
4	Forage+ PRP	9	IIa	16	IIa	Succès	Succès
5	Forage+ PRP	11	IIa	16	IIa	Succès	Succès
6	Forage simple	13	I	17	I	Succès	Succès
7	Forage simple	9	III	10	IV	Succès	Echec
8	Forage simple	8	IIb	9	IV	Succès	Echec
9	Forage simple	11	IIa	6	IV	Echec	Echec
10	Forage+ PRP	12	III	17	III	Succès	Succès
11	Forage+ PRP	12	IIa	18	IIa	Succès	Succès
12	Forage simple	11	I	15	IIa	Succès	Echec
13	Forage+GONV	8	III	12	IV	Succès	Echec
14	Forage simple	11	IIb	16	III	Succès	Echec
15	Forage+GONV	7	III	15	III	Succès	Succès
16	Forage+GONV	9	III	16	IIa	Succès	Succès

Le succès clinique et radiologique a été évalué selon la technique chirurgicale employée. Les résultats étaient comme suit :

-100 % de succès clinique et radiologique pour le forage avec PRP

-100 % de succès clinique et 60 % de succès radiologique pour le forage avec GONV.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

– 85.7 % de succès clinique et 14.3 % de succès radiologique pour le forage simple.

Tableau XI : Taux de succès clinique et radiologique selon la méthode chirurgicale.

Technique	Nombre de hanches	Succès clinique	Succès radiologique
Forage simple	7	85.7 %	14.3 %
Forage + GONV	5	100 %	60 %
Forage + PRP	4	100 %	100 %

Cela montre que le forage amélioré (PRP, GONV), offre un succès clinique et radiologique meilleurs que le forage simple.

V. Evolution :

1. Complications :

- **Immédiates :**

Aucun cas de notre série n'a présenté de complications immédiates au forage à type de lésions vasculaires ou nerveuse ni d'infection ou de fracture itérative.

- **A long terme :**

Les complications possibles recherchées après forage de décompression sont la raideur de la hanche et l'arthrose.

Dans notre série les résultats des complications sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau XII : Les complications à long terme dans notre série.

Complications.	Raideur	Arthrose
Nombre de hanches.	5	5

2. Retentissement socio-professionnel :

La majorité de nos patients ont vu leur situation professionnelle s'améliorer, plus que la moitié des patients ont repris de façon partielle leur travail. (Tableau XIII)

Tableau XIII : Situation socio-professionnelle en postopératoire.

Situation professionnelle	Reprise totale	Reprise partielle	Invalidité
Nombre de patients	2	6	2
Pourcentage	20 %	60 %	20 %

VI. Satisfaction personnelle du résultat :

La moitié de nos patients ont déclaré être moyennement satisfaits du résultat en postopératoire. (Tableau XIV)

Tableau XIV : Satisfaction des résultats dans notre série.

Satisfaction personnelle	Satisfait	Moyennement satisfait	Non satisfait
Nombre de patients	3	5	2
Pourcentage	30 %	50 %	20 %

VII. Résultats globaux :

1. Le taux de survie global :

Le taux de survie global est le pourcentage de hanches n'ayant pas recours à la PTH au dernier recul.

Le forage de décompression effectué sur 16 hanches a eu de bons résultats avec un taux de réussite de 69 % à un recul moyen de 28.4 mois. Pour le reste des hanches (31%), le forage s'est avéré insuffisant avec indication d'une PTH. (Figure 21)

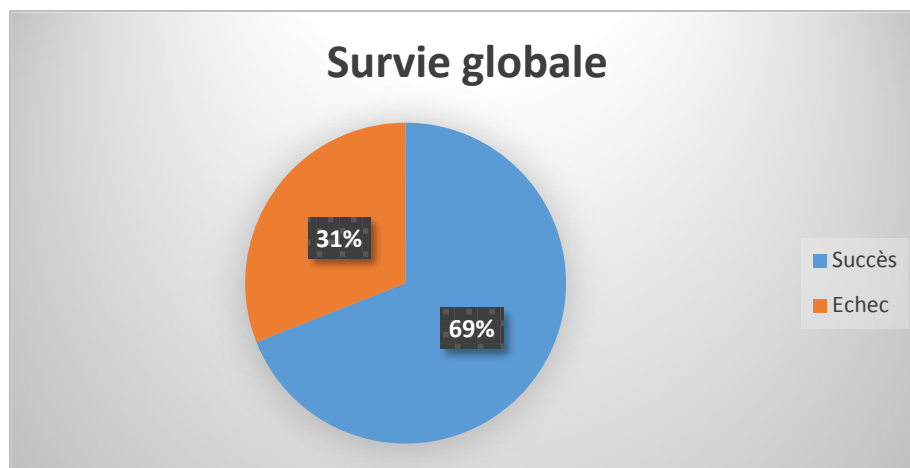


Figure 21 : Taux de survie global après traitement chirurgical conservateur au recul moyen de 28.4 mois

2. Le taux de survie selon les stades radiologiques :

Les résultats en fonction des stades radiologiques préopératoires selon la classification d'Arlet et Ficat au dernier recul étaient comme suit : (Figure 22)

- 100 % de survie pour les hanches stade I
- 75 % de survie pour les hanches stade IIa
- 66 % de survie pour les hanches stade IIb

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

- 50 % de survie pour les hanches stade III

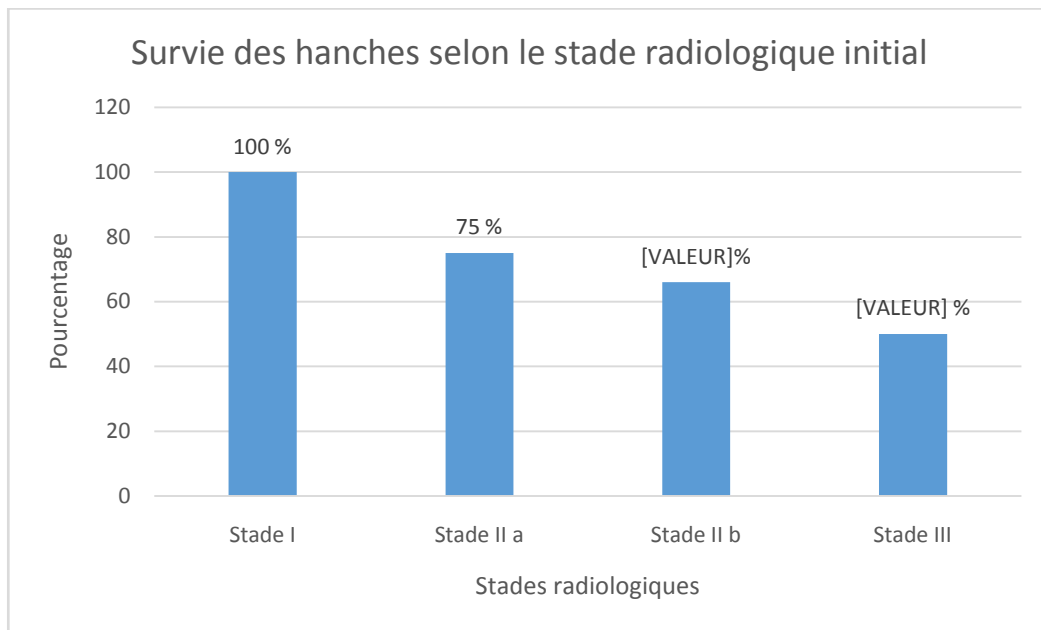


Figure 22 : Taux de survie des hanches selon le stade radiologique au recul moyen de 28.4 mois

Une corrélation significative existe entre le stade radiologique au moment du forage et les résultats. Plus le stade de la nécrose est précoce mieux est le résultat obtenu par le forage de décompression et la survie dans ce cas est meilleure.

3. Taux de survie selon la technique chirurgicale :

Les résultats de survie en fonction des techniques chirurgicales au dernier recul étaient comme suit :

- Survie de 100% des hanches traitées par forage associé au PRP.
- Survie de 60 % des hanches traitées par forage +GONV.
- Survie de 57 % des hanches traitées par forage simple.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Tableau XV : Taux de survie des hanches selon la technique chirurgicale

Technique	Nombre de hanches	Taux de survie
Forage simple	7	57 %
Forage + GONV	5	60 %
Forage + PRP	4	100 %

Ainsi, nos résultats suggèrent que le forage amélioré (PRP, GONV) offre des meilleurs résultats que le forage simple et ceci est valide pour les stades précoces de la maladie.



Iconographie



Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Cas n°1 :

Patiente de 19 ans qui présente une ONATF gauche idiopathique classée stade IIb d'Arlet et Ficat, traitée par forage associé à une greffe cortico-spongieuse. L'évolution est favorable avec amélioration clinique au recul de 4 mois.

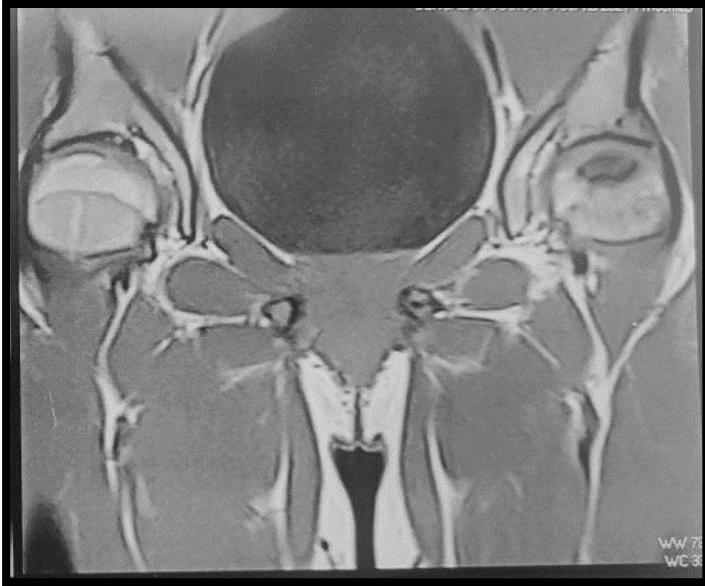


Figure 23 : IRM préopératoire des hanches, séquence T1 coronale avec lésion d'ONATF G stade III de l'ARCO.



Figure 14: Rx de la hanche gauche classée stade IIb de Ficat après recul de 4 mois avec fracture sous chondrale (flèche)

Cas n°2 :

Patiente de 47 ans, présentant une ONATF idiopathique bilatérale classée stade III de Ficat à droite traité par forage associé à une greffe CS et stade I à gauche traité par forage simple. Les résultats étaient favorables après 2 ans à gauche, avec amélioration de la clinique, mais avec une progression radiologique vers le stade IIb. Pour la hanche droite, l'évolution était défavorable avec une dégradation arthrosique après 3 ans, ce qui a nécessité la mise en place d'une PTH.

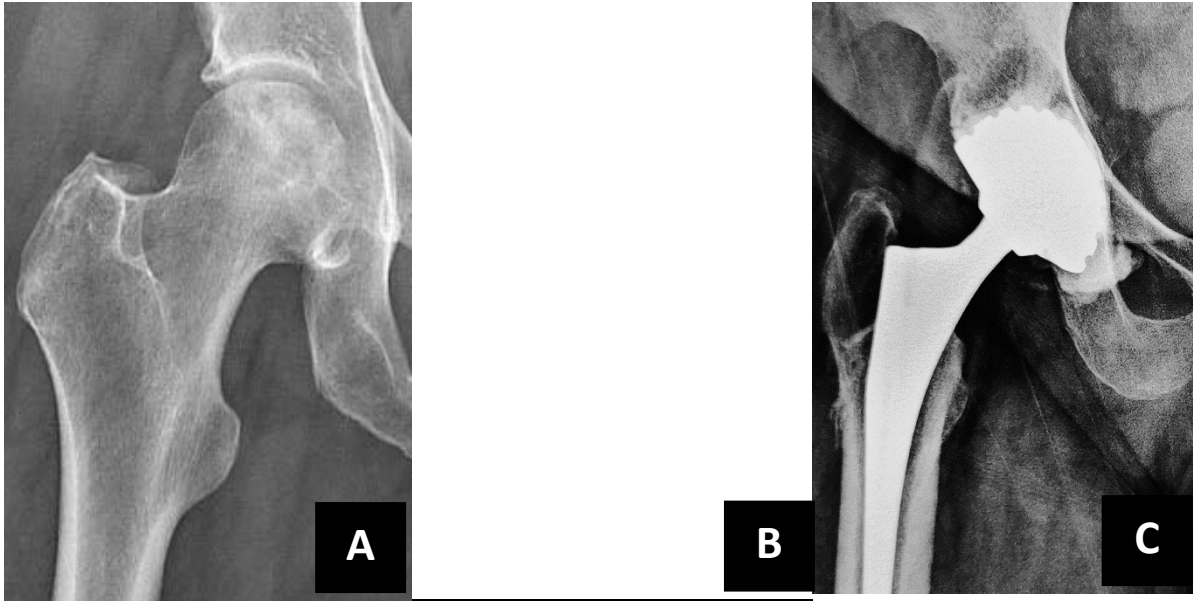


Figure 25 : Evolution de la hanche droite après forage

A : Rx de la hanche droite en préopératoire classée stade III de Ficat

B : Hanche droite au recul de 3 mois stade III de Ficat

C : Mise en place de la PTH au stade IV après recul de 37.5 mois

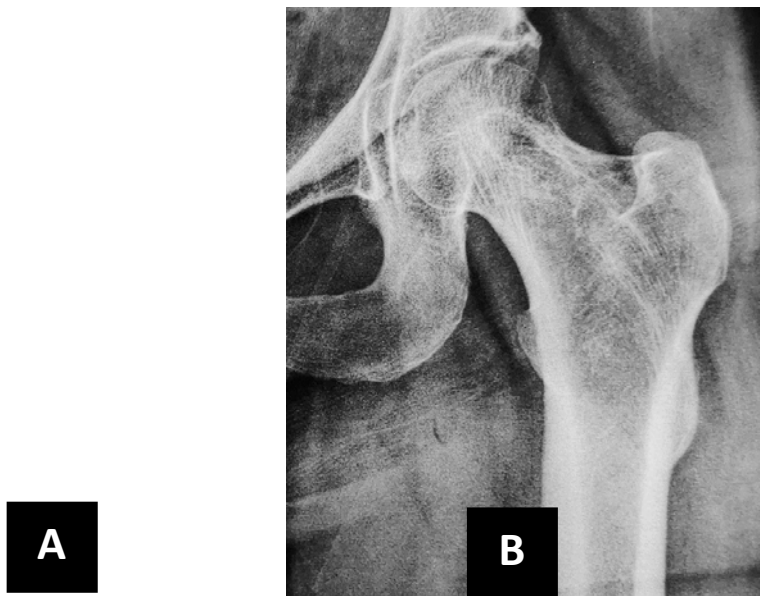


Figure 26 : Evolution de la hanche gauche après forage.

A : Rx préopératoire de la hanche gauche stade I d'Arlet et Ficat

B : Rx de la hanche gauche stade IIb après forage, au recul de 28 mois

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Cas n°3 :

Patiente de 47 ans, qui présente une ONATF idiopathique bilatérale classés stade IIa selon Arlet et Ficat des 2 côtés traités par forage associé au PRP. L'évolution est marquée par une amélioration clinico-radiologique avec une stabilisation des hanches en stade IIa radiologique au recul de 6 mois.



Figure 27 : IRM des hanches séquence T1 coronale.

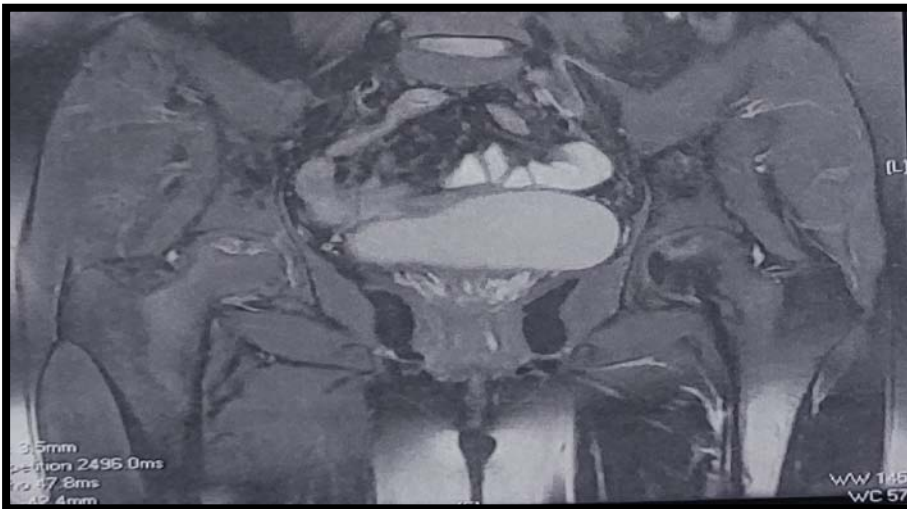


Figure 28 : IRM des hanches séquence T2 coronale.

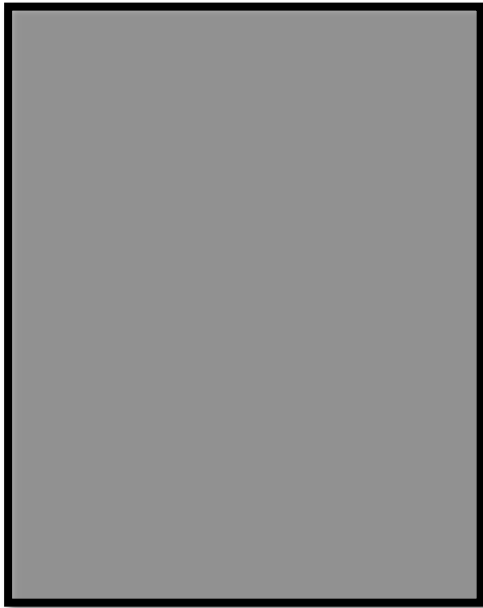


Figure 29 : Rx de la hanche droite stade IIa au recul de 6mois

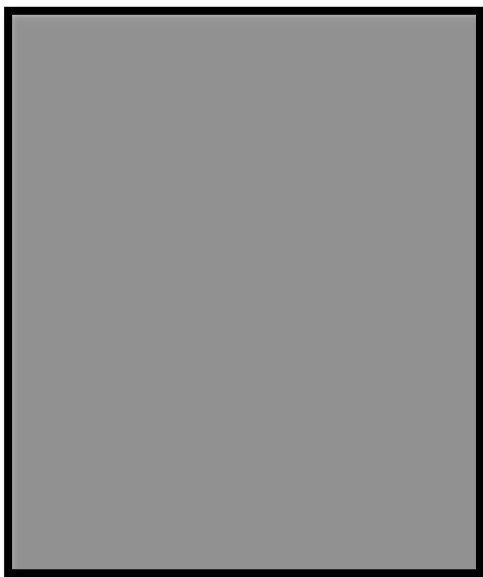


Figure 30 : Rx de la hanche gauche stade IIa, recul de 6mois

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Cas n°4 :

Patient de 27 ans, sous corticothérapie chronique pour asthme bronchique, qui présente une ONATF gauche stade I de Ficat et Arlet, traitée par forage simple. L'évolution est favorable sans aucune progression radiologique.



Figure 31 : Rx de la hanche gauche en préopératoire avec ONATF stade I de Ficat

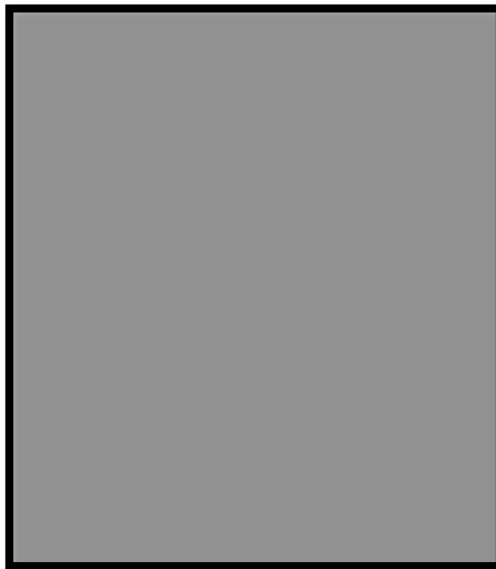


Figure 32 : Rx de la hanche gauche après forage classée stade I au recul de 6 mois

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Cas n°5 :

Patiente de 25 ans, sous corticothérapie pour LED, qui présente une ONATF bilatérale classées stade III à droite et stade IIb à gauche selon Arlet et Ficat et traitées par forage simple des 2 côtés.

L'évolution est défavorable avec progression des 2 hanches en stade IV, ce qui a nécessité la mise en place de PTH.



Figure 33 : Rx du bassin en préopératoire avec une ONATF bilatérale stade III à droite et stade IIb à gauche

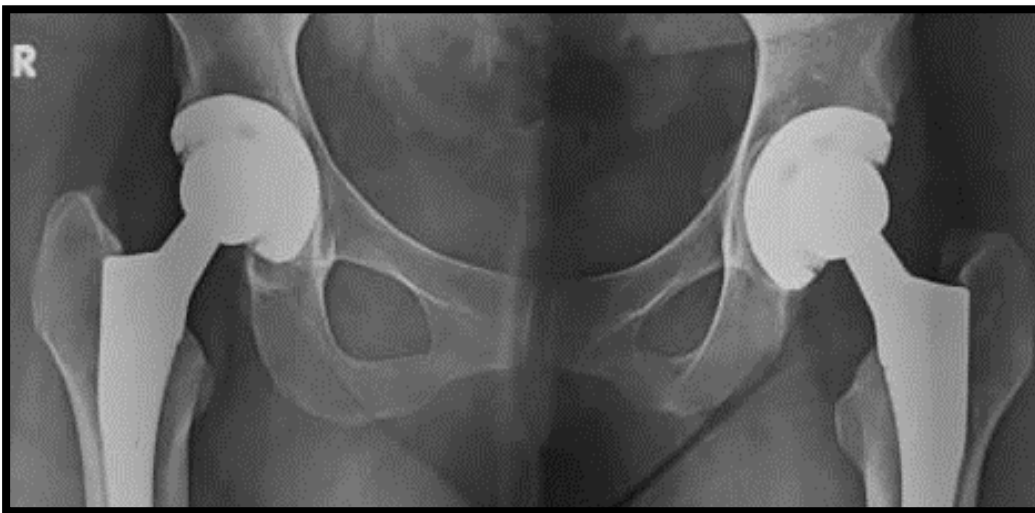


Figure 34 : Rx du bassin au recul de 3 ans, avec mise en place de PTH des 2 côtés.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Cas n°6 :

Patiente de 41 ans, sans antécédents, qui présente une ONATF idiopathique droite classée stade IIa traitée par forage simple. L'évolution clinico-radiologique est défavorable après 5 ans avec progression de la hanche droite en stade IV radiologique de Ficat. La patiente a bénéficié d'un remplacement prothétique de la hanche droite.

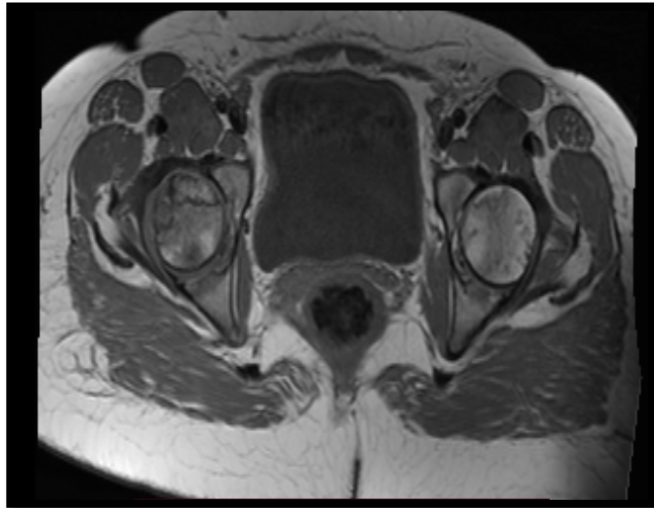


Figure 35 : IRM des 2 hanches séquence T1 sagittale.

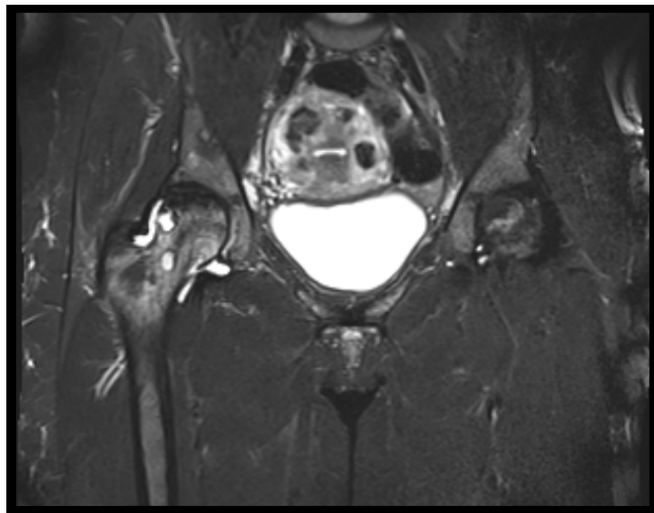


Figure 36 : IRM des hanches séquence T2 FATSAT coronale.



Figure 37 : Rx de la hanche droite classée stade IV de Ficat, recul de 5 ans

Cas n°7 :

Patiente de 47 ans, sans antécédents qui présente une ONATF bilatérale stade III à droite et stade IIa à gauche traitées par forage avec PRP. L'évolution clinique est favorable avec amélioration de tous les paramètres cliniques ainsi qu'une absence de progression radiologique pour les deux hanches.

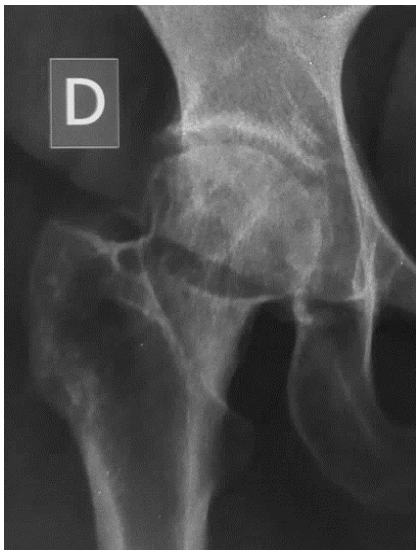


Figure 38 : Rx de la hanche droite après forage classée stade III au recul de 7 mois.

Figure 39 : Rx de la hanche droite stade III de Ficat au recul de 16 mois.



Figure 40 : Rx de la hanche gauche en préopératoire avec ONATF gauche stade IIa de Ficat.

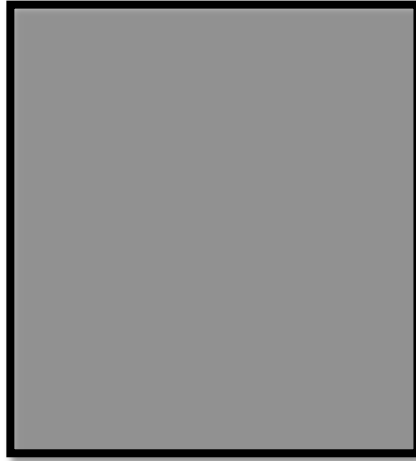


Figure 41 : Rx de la hanche gauche avec ONATF stade IIa de Ficat au recul de 6 mois

Cas n°8 :

Patient de 36 ans, tabagique à 12 PA qui présente une ONATF bilatérale classées stade I à droite traitée par forage simple et stade III à gauche traitée par forage associé à une greffe CS. L'évolution clinique est favorable pour la hanche droite avec diminution de la douleur et amélioration des amplitudes articulaires. Au dernier recul, la hanche droite a progressé en stade IIa de Ficat et la hanche gauche en stade IV. Le patient est ainsi programmé pour arthroplastie totale de la hanche gauche.



Figure 42 : Rx du bassin en préopératoire avec ONATF bilatérale, stade I à droite et stade III à gauche selon Ficat

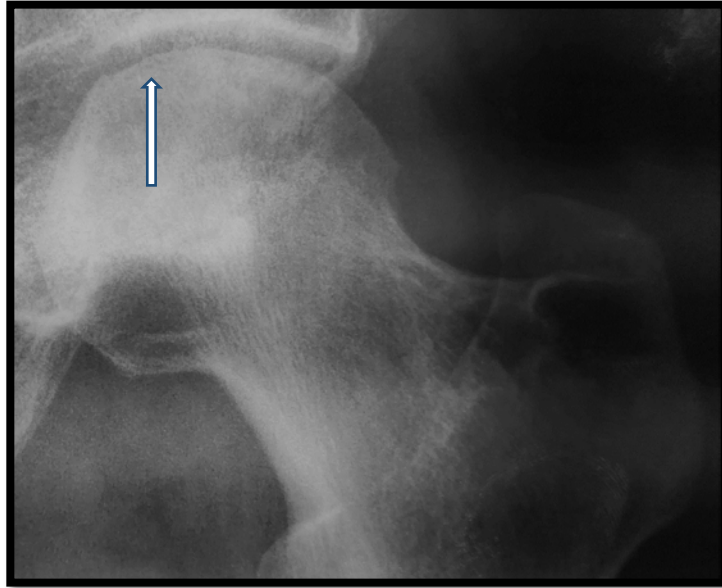


Figure 43 : ONATF gauche stade III de Ficat avec fracture sous chondrale (flèche) et perte de la sphéricité de la tête fémorale



Figure 44 : Rx du bassin au recul de 4 ans, avec ONATF droite stade IIa et gauche stade IV selon Ficat

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Cas n°9 :

Patiente de 27 ans, alcoolo-tabagique pendant 7 ans qui présente une ONATF droite stade IIb traitée par forage simple. Au recul d'un an, l'évolution clinique est favorable. La hanche droite a progressé à un stade III de Ficat.



Figure 45 : Rx de la hanche droite en préopératoire stade IIb de Ficat.



Figure 46 : Rx de la hanche droite stade III de Ficat au recul d'un an

Cas n°10 :

Patiente de 25 ans, sous corticothérapie pendant 2 ans qui présente une ONATF bilatérale stade III des deux côtés, traitées par forage associé à une greffe CS. Au recul de 3 mois, une amélioration clinique des deux hanches est notée. L'évolution radiologique est favorable avec stabilisation de la hanche droite en stade III et régression de la hanche gauche en stade IIa.



Figure 47 : Rx du bassin avec ONATF stade III à gauche (fracture sous-chondrale + perte de la sphéricité) et stade IIa à gauche au recul de 3 mois



DISCUSSION



I. L'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale :

1. Définition :(2-4)

L'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale n'est pas une entité diagnostique spécifique, mais est considérée comme un processus physiopathologique très compliqué qui implique une congestion veineuse et l'altération ou l'interruption de l'apport sanguin provoquant la mort cellulaire à l'intérieur de la tête fémorale.

A l'histologie, l'ONATF se caractérise par la mort des ostéocytes, des éléments de moelle nécrosés et l'absence de vascularisation dans une région définie de la tête fémorale. Dans la plupart des cas, ces changements conduisent finalement à l'effondrement de l'os sous-chondral et à la destruction de l'articulation de la hanche chez ces patients.

2. Epidémiologie :

2.1. La fréquence :

La prévalence de l'ONATF est inconnue, mais on estime que 10000 à 20000 nouveaux cas sont diagnostiqués chaque année aux Etats unis(5), 12000 à 24000 nouveaux cas au Japon(6) et un minimum de 5000 ostéonécroses en France(7).

La plupart des séries de prothèses totales de hanche montrent que 10 % des patients opérés par prothèses totales de hanche sont opérés en raison d'une ostéonécrose.(8)

Bien que le diagnostic de l'ONATF soit unilatéral au début, la participation bilatérale dans deux ans peut arriver jusqu'à 72%.(9)

2.2. L'âge :

Les ONATF, surviennent chez des patients jeunes, généralement entre 30 et 50ans.(9)

L'âge moyen des patients opérés par prothèses totales de hanche pour ostéonécrose est en moyenne de 38 ans dans l'expérience de P.Hernigou et seulement 10 % des patients ont plus de 50 ans au moment de l'intervention chirurgicale lorsqu'ils sont opérés de prothèses pour ostéonécrose.(8)

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

2.3. Le sexe :

La maladie affecte principalement le sexe masculin avec un sexratio de 4/1 en faveur des hommes.(10)

3. Physiopathologie :(11)

On admet que la cause générale et ultime des ONATF est une ischémie par :

- lésion directe des vaisseaux (ONATF post-traumatique).
- obstruction intravasculaire « vasculopathie ».
- compression extrinsèque des vaisseaux dans la moelle osseuse «médullopathie ».

Un autre phénomène serait une toxicité directe sur les cellules médullaires et osseuses.
(Figure48)

3.1. L'obstruction intravasculaire :

L'obstruction intravasculaire pourrait survenir de diverses manières :

- o Une véritable pluie de micro-emboles lipidiques entraînerait, de façon directe ou par le biais d'une coagulation intravasculaire, une ischémie critique puis la nécrose des zones plus vulnérables, comme les épiphyses. De tels micro-emboles ont été mis en évidence au voisinage des ostéonécroses, et pourraient être provoqués par la corticothérapie et les dyslipidémies.(12)
- o Les ONATF suite à la drépanocytose sont secondaires à des thrombi lors des crises vaso-occlusives de falciformation.
- o Les ONATF dysbariques pourraient être dues à des micro embolies gazeuses obstruant la lumière vasculaire, mais on incrimine aussi des micro thromboses intravasculaires ou une compression extrinsèque par du gaz ou un œdème intramédullaire.(13)

3.2. La compression extrinsèque des vaisseaux :

La compression extrinsèque des vaisseaux résulterait d'un véritable syndrome de loge : L'os représente un espace clos et inextensible. Ainsi toute élévation de pression dans le secteur médullaire extravasculaire réduit d'autant le flux sanguin intra-osseux.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Cette élévation critique de la pression intramédullaire serait secondaire à l'hypertrophie adipocytaire (corticoïdes, éthyliste, dyslipidémie), un œdème ou des bulles gazeuses (maladie des caissons), la prolifération d'histiocytes de surcharge (maladie de Gaucher) et des hémorragies intramédullaires.(14)

3.3. Toxicité cellulaire directe :

Un autre mécanisme serait la toxicité cellulaire directe de certains agents. Une augmentation de l'apoptose des ostéocytes dans des ONATF cortico-induites et alcooliques a récemment été montrée chez l'homme.(15,16)

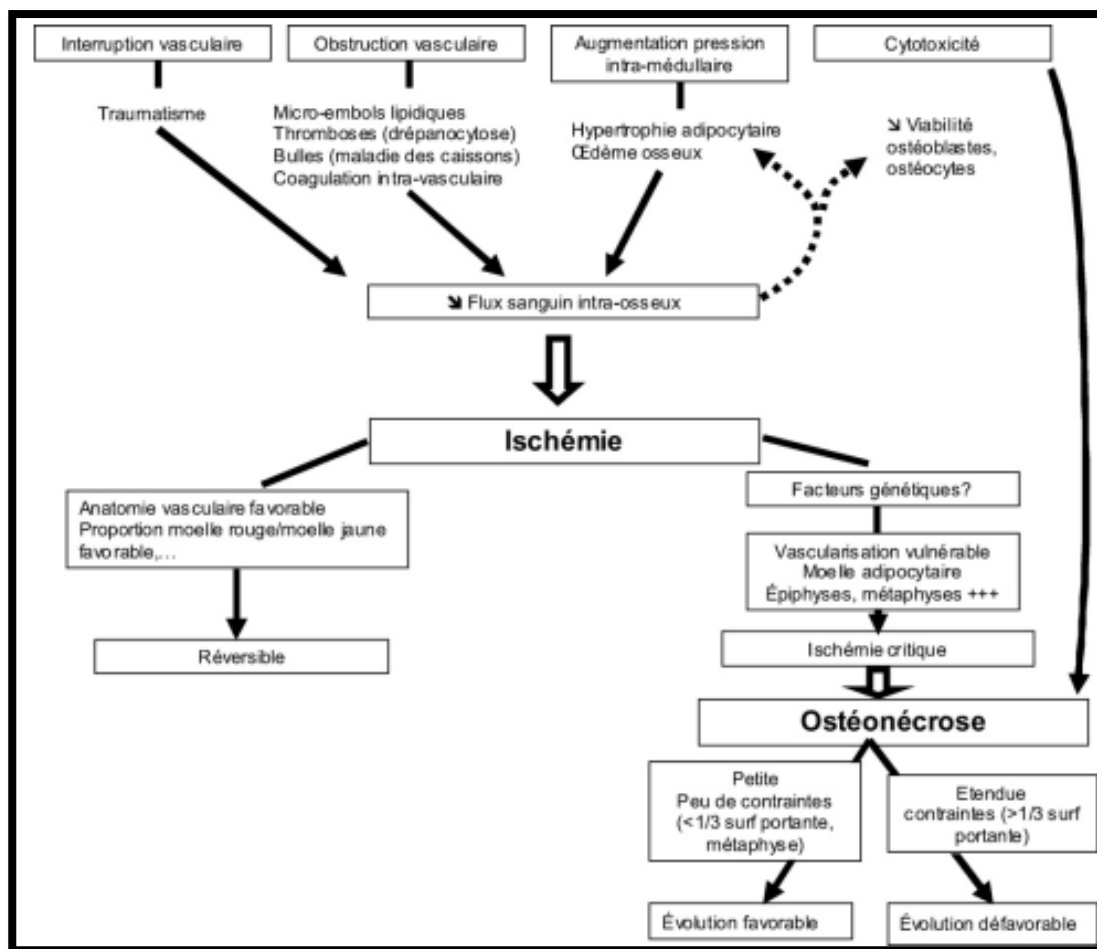


Figure 48 : Physiopathologie de l'ONTE.(11)

4. Anatomopathologie :

La description des lésions anatomo-pathologiques de l'ONTF revient à MERLE D'AUBIGNÉ et MAZABRAUD (17) en 1963, à partir de l'analyse de plusieurs têtes fémorales prélevées en bloc avant la mise en place de prothèse de la hanche.

4.1. Étude macroscopique : (18)

La lésion d'ostéonécrose se présente comme un cône de nécrose, localisée habituellement sur le quadrant antérieur et supérieur de la tête fémorale affectant la zone d'appui. C'est un processus évolutif impliquant successivement :

1. La nécrose médullaire est la mort des ostéocytes.
2. Le processus de réparation autour de la zone nécrotique.
3. L'effondrement de l'os nécrotique puis une atteinte dégénérative de la hanche par arthrose.

La zone nécrotique a un aspect blanchâtre, limitée en profondeur par un croissant hémorragique, doublé d'une zone d'ostéosclérose. Une fois la tête fémorale nécrosée, elle peut servir de charpente mécanique et fonctionner pendant des années, mais avec un changement des propriétés mécaniques de l'os et créant ainsi une zone de moindre résistance, aboutissant à la dissection sous-chondrale qui est une fissure entre la plaque osseuse sous chondrale et l'os nécrosé sous-jacent. Cette ligne de fracture est à l'origine de l'image radiologique connue sous le nom de « coquille d'œuf ». (Figures 49-50)

La tête fémorale commence à partir de ce stade à perdre sa sphéricité, ceci est dû à l'effondrement de la tête fémorale d'une part, et aux lésions du cartilage qui induisent une déformation de la tête fémorale, déclenchant une incongruence avec le cotyle, puis une coxarthrose s'installe avec la destruction de l'articulation coxo-fémorale.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

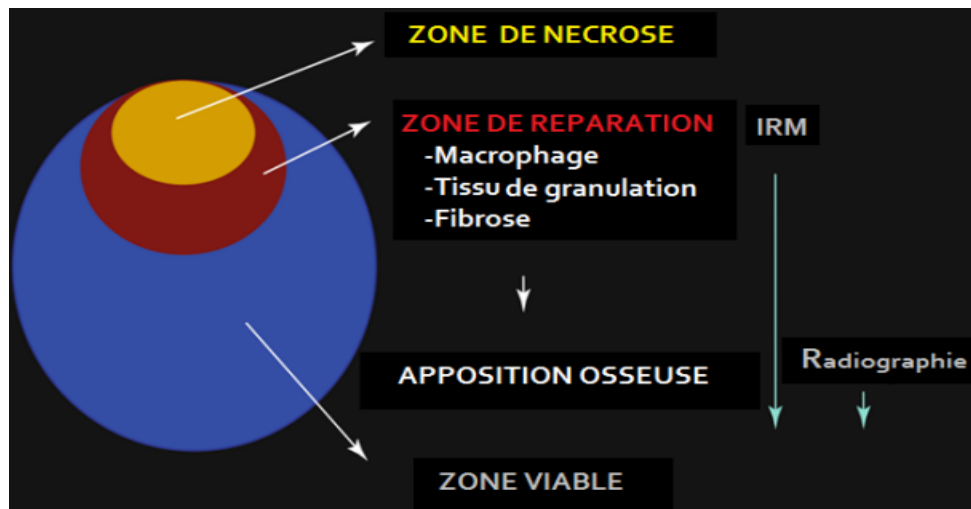


Figure 49: Illustration des différentes zones de la tête fémorale lors de l'ONTF.(18)

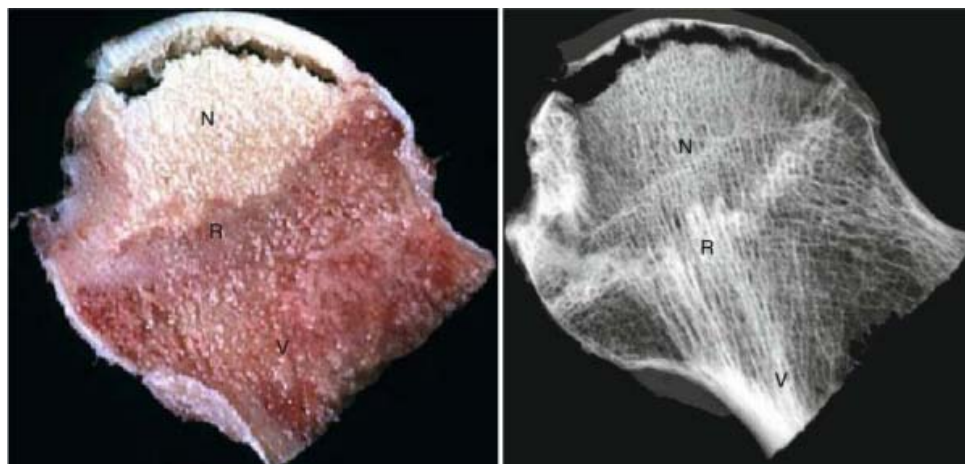


Figure50 : Illustration et radiographie d'une coupe frontale d'une tête fémorale nécrotique.

(N:nécrose, R: Remodelage , V : Zone viable) (18)

4.2. Etude microscopique :

La souffrance de l'os suite à l'ischémie déclenche une réponse de défense sous la forme d'une réaction inflammatoire, faite d'une accumulation de macrophages sur les tissus de granulation et les tissus fibreux. La défaillance de cette réaction est à l'origine de la mort cellulaire qui engendre un processus de réparation au niveau de la jonction os vivant, os mort pour tenter de remplacer la masse cellulaire perdue.(19-21)

Cette réparation se fait par deux processus :

- La prolifération cellulaire et l'envahissement de la tête fémorale par le tissu de réparation.
- La différenciation des cellules souches en ostéoblastes, qui forment le tissu osseux jeune à la surface des travées mortes.

Au niveau de la plaque sous-cartilagineuse, la résorption osseuse est bien plus importante que la formation d'os jeune destiné à le remplacer d'où une véritable perte de substance à ce niveau. Le processus de réparation ne s'arrête pas à la plaque sous cartilagineuse, mais il poursuit sa course jusqu'au cartilage articulaire en l'ossifiant parfois, ce qui est à la base des altérations arthrosiques.(22,23)

Il n'y a pas de substitution de l'os ancien par le nouvel os, mais une superposition des deux, d'où l'épaississement des travées et l'augmentation de la densité radiologique. Un bord sclérotique sur la radiographie est généralement utilisé comme marqueur de la frontière entre la nécrose et la zone viable, avec une présence diffuse de lacunes dans les trabécules osseux, accompagnées de moelle osseuse nécrotique périphérique. Ces lacunes aboutissent à la dissection sous chondrale.(24)

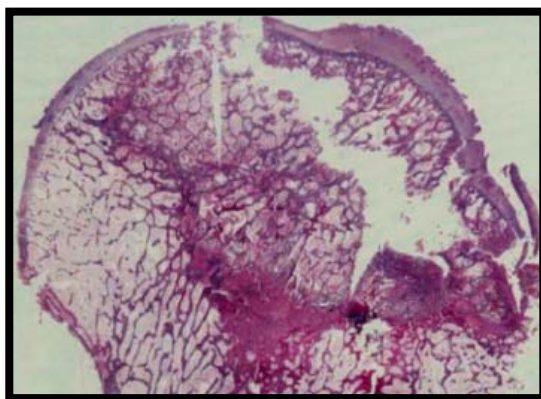


Figure 51: Coupe histologique d'une nécrose de la tête fémorale.(25)

4.3. Histologie :

L'anatomopathologie de l'ostéonécrose est complexe, car on est en général confronté à une ischémie chronique incomplète avec des lésions ischémiques vraies, des lésions réactionnelles secondaires et des phénomènes de reconstruction qui peuvent être à la fois successifs et concomitants selon l'ancienneté de la nécrose et le site observé.

Une classification des lésions observées en quatre types a été proposée. (Tableau XVI)

✓ **Classification d'Arlet et Durroux :**

Tableau XVI : Classification histologique de l'ostéonécrose de la tête fémorale.(26)

Types	Description des lésions
Type 1	Anomalies limitées à la moelle avec parfois des cellules spumeuses, de petites zones de nécrose réticulée éosinophile de la moelle graisseuse. La lésion la plus commune est l'œdème interstitiel ou plasmotase. Ces lésions ne sont pas spécifiques de la nécrose.
Type 2	Nécrose médullaire réticulée éosinophile. Les lésions précoces sont l'œdème, les hémorragies, la fibroréticulose, l'hypocellularité, la nécrose des cellules hématopoïétiques, la désorganisation et l'atrophie réticulaire éosinophile des adipocytes. Ces lésions d'abord focales s'étendent.
Type 3	Nécrose médullaire du type 2 et nécrose trabéculaire. Le seul signe de nécrose est la disparition des ostéocytes. Il faut 50 à 100 % de lacunes vides pour affirmer la nécrose trabéculaire.
Type 4	Nécrose mixte de type 3 et petites plages de fibrose. Les trabécules mortes sont entourées par des appositions d'os vivant signe de réparation.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Une histologie "positive", est caractérisée par une nécrose trabéculaire (plus de 50% de lacunes ostéocytaires vides) et une nécrose de la moelle hématopoïétique, en l'absence de lésions spécifiques, d'inflammation, d'infection ou de cellules tumorales.(27-29) (Figures 52-53).



Figure 52 : Histologie de la zone nécrotique : (18)

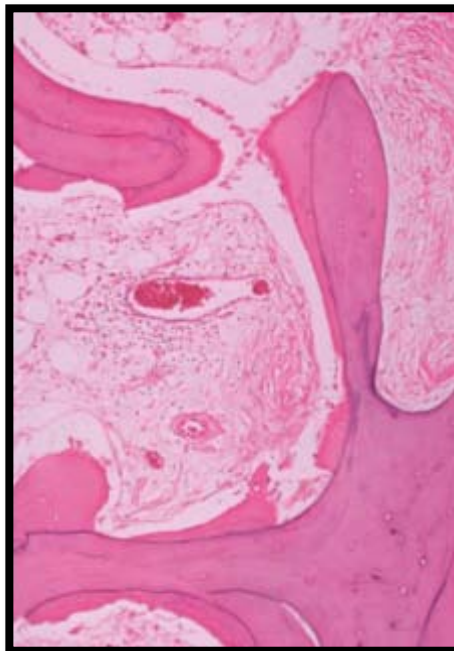


Figure 53: Histologie de la zone de réparation.(18)

5. Facteurs étiologiques :

En dehors des formes traumatiques, le lien de causalité exact entre les facteurs favorisants et la constitution d'une ONTF reste souvent incertain et il s'agit de facteurs de risque plutôt que de causes proprement dites(30) (Figure 54) :

5.1 Facteurs de risques bien identifiés :

✓ **Le traumatisme :**(31)

L'ostéonécrose post-traumatique peut survenir après une fracture du col fémoral, après une luxation ou après un traumatisme indirect.

Elle survient par une lésion vasculaire et d'autres facteurs s'y ajoutent :

Un effet tamponnade lié à un hématome, ou une augmentation des pressions médullaires par modification du positionnement articulaire.

✓ **La corticothérapie :**

La corticothérapie est un des principaux facteurs de risque en cause dans 0,6 à 38% des ONTF non traumatiques(31). Les corticoïdes, par voie systémique, peuvent entraîner des ONTF, notamment en cas de fortes doses (bolus) non seulement en cure courte(32), mais également en cas de prise prolongée de doses plus faibles(33,34). Bien qu'une dose seuil n'ait pas été établie, le degré d'exposition reste un facteur déterminant dans la survenue de l'ON cortico-induite (35). Les cas d'ONTF secondaires aux corticoïdes topiques sont extrêmement rares et ne concernent que des doses massives appliquées sur l'ensemble du corps. Les corticoïdes ont une toxicité directe sur les ostéocytes, et favorisent l'adipogénèse intra-médullaire, responsable d'une augmentation délétère de la pression intra-médullaire.(31)

✓ **L'éthylisme :**

L'éthylisme chronique ou les fortes consommations aiguës, ont été impliqués dans la survenue d'ONTF (36). Une consommation de plus de 400 ml d'alcool par semaine conduit à un risque 9,8 fois supérieur de développer une ONTF par rapport à ceux qui ne boivent pas, ce risque étant multiplié par 17 chez les individus buvant plus de 1000 ml par semaine(37). L'alcool

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

contribuerait à un métabolisme lipidique anormal au sein des cellules stromales de la moelle osseuse, favorisant l'adipogénèse associée à une toxicité ostéocytaire.(31)

✓ **Greffes, hémopathies, et néoplasies :**

Les ONTF ont été rapportées chez 2 à 37% des patients ayant bénéficié d'une greffe d'organe ou de moelle osseuse.(38) La réaction du greffon contre l'hôte et la dose cumulée de corticoïdes sont les principaux facteurs de risque associés chez ces patients.(31)

Les hémopathies (lymphomes, leucémies) et les néoplasies solides (sein, testicule, poumon, ovaire, colon) ont été également associées à la survenue d'ONTF ou d'infarctus osseux (via leurs traitements antinéoplasiques associés à la corticothérapie)(39,40).

✓ **Lupus systémique :**

Les maladies auto-immunes systémiques, tel que le lupus érythémateux systémique sont fortement associées à la survenue des ONTF(41,42). Cette association est en grande partie expliquée par le traitement composé de corticoïdes systémiques. Cependant il existe indépendamment de la prise de corticoïdes, un excès de risque d'ONTF au cours du lupus.

✓ **Drépanocytose :**

La drépanocytose (par les accès vaso-occlusifs) est une grande pourvoyeuse d'ONTF. La falciformation des globules rouges, entraîne une obstruction intravasculaire, responsable d'une ONTF ou d'infarctus osseux. (43)

✓ **Maladie de Gaucher :**

La maladie de Gaucher est à l'origine d'ONTF (44). Cette sphingolipidose, est une maladie de surcharge lysosomale, au cours de laquelle 25% des patients présentent des ONTF ou des infarctus osseux(31). Elle est due à une déficience de l'enzyme lysosomale b-glucocérébrosidase, ce qui entraîne une accumulation de gluco-cérébroside dans les lysosomes des phagocytes mononucléaires, principalement dans le foie, la rate et la moelle osseuse. L'infiltration progressive de la moelle osseuse par les cellules de Gaucher provoque une expansion volumique médullaire, augmentant la pression intra-médullaire qui est à l'origine des ONTF.(45)

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

✓ Dysbarique (maladie des caissons) :

Les ONTF ont également été décrites lors des décompressions chez des patients soumis de manière prolongée à un environnement hyperbare notamment chez les plongeurs ou les aviateurs(46). Le mécanisme serait lié à la libération, lors de la décompression, de bulles intra- et/ou extravasculaires d'azote dissoutes lors de l'exposition hyperbare(47).

✓ Thrombophilie et syndrome des anti phospholipides :

La survenue d'une ONTF est rapportée avec une fréquence élevée (jusqu'à 20%) chez les malades atteints d'un syndrome des anti-phospholipides(48). Tout état d'hypercoagulabilité a été mis en cause dans la survenue des ONTF.

○ Facteurs de risques plus rares :

Certains facteurs de risques sont moins rapportés comme causes d'ONTF et nous citons :

✓ Tabac :

Il a été démontré que le tabagisme inhibe l'ostéogénèse et la guérison des fractures, il n'est donc pas surprenant qu'il soit un facteur de risque d'ostéonécrose.

La physiopathologie exacte est incertaine, mais un compromis vasculaire et une diminution de l'activité de la moelle ont été proposés comme mécanismes possibles.

✓ Grossesse :(49)

La grossesse peut être compliquée par l'ostéonécrose. Ces patientes ne présentent généralement aucun autre facteur de risque. Cela peut être expliqué par l'effet hormonal, hypercoagulabilité de la grossesse et la stase veineuse.

✓ VIH :(50,51)

L'infection par le VIH et son traitement (par l'effet péjoratif des inhibiteurs de protéases sur le métabolisme lipidique) sont également en cause dans la survenue des ONTF.

✓ COVID et ONTF :

Après avoir connu le COVID-19, plusieurs systèmes de santé au monde se demandent s'ils vont faire face à une épidémie d'ON et plus précisément de l'ONTF.(52,53)

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Malgré sa prévalence inconnue jusqu'à présent, il est crucial de comprendre le mécanisme physiopathologique et l'implication du COVID-19 dans l'ONTF.(52)

Ainsi, le COVID-19 pourrait être impliqué selon les chercheurs par 2 façons :

- ***La pathogénie angiocentrique du COVID-19*** (52) : Le SARS-CoV-2 peut infecter directement les cellules endothéliales en utilisant le récepteur de l'enzyme de conversion de l'angiotensine 2 (ECA2), ce qui provoque des lésions endothéliales à médiation immunitaire. De plus le virus est responsable d'une réponse immunitaire sévère menant à des phénomènes d'hypercoagulabilité.
- ***L'ONTF cortico-induite***(54) : De nombreux patients rétablis du SARS-CoV-2 ont souffert d'ONTF en raison d'une utilisation massive de corticostéroïdes durant la période d'infection. Des doses cumulatives plus élevées et des durées de traitement plus longues sont plus susceptibles d'entraîner l'apparition ou le développement d'ONTF chez ces patients.

✓ **ONTF idiopathique :**

Dans un tiers des ONTF, aucune étiologie précise n'est identifiée. Il s'agit préférentiellement d'hommes de la quarantaine. Cependant plusieurs articles dans la littérature ont révélé que plusieurs cas d'ONTF sont liés à leurs génétiques.(30)

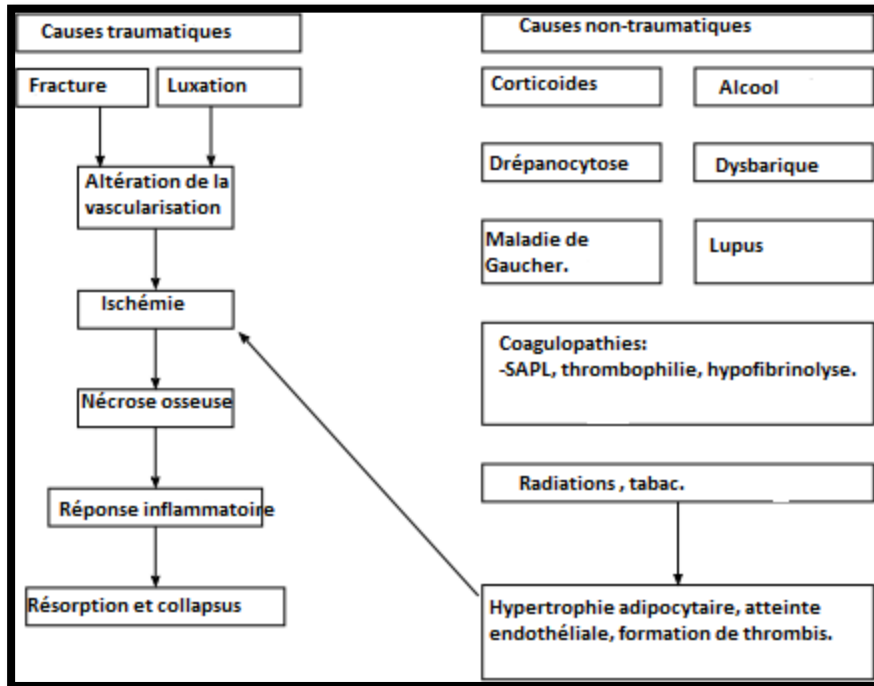


Figure 54 : Les différents facteurs conduisant à l'ONTF.(9)

6. Diagnostic positif :

L'ONTF n'a pas de signes spécifiques, il s'agit bien souvent d'une maladie liée au terrain. Ainsi, la présence de quelques signes cliniques associés à une notion de facteurs de risque est évocatrice de la pathologie.

6.1 Interrogatoire :(55)

Un interrogatoire minutieux cherche les facteurs de risque impliqués dans la maladie.

La douleur à l'aîne est le symptôme le plus fréquemment rapporté, suivie par la douleur référée dans la cuisse et la région fessière. L'intensité de la douleur peut varier selon l'étendue de l'infarctus et du caractère insidieux ou aiguë. Elle peut se manifester lors de la mise en charge ou lors du mouvement de la hanche. La douleur au repos est présente chez environ deux tiers des patients souffrant d'ONTF, la douleur nocturne chez environ un tiers des patients et est

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

synonyme d'un stade avancé de la maladie(56). L'absence de douleur de la hanche ne permet pas d'écarter un diagnostic d'ONTF.

6.2 Examen clinique :

L'examen physique peut être normal ou une limitation des mouvements de la hanche, en particulier de la rotation interne et de l'abduction. Une perte considérable de la rotation interne peut être associée à un effondrement de la tête fémorale.

L'amyotrophie du quadriceps peut aussi être présente et témoigne de l'ancienneté de la maladie.

L'examen physique peut révéler une douleur lors des mouvements actifs et passifs, en particulier en rotation interne forcée. Une limitation de l'abduction passive est généralement obtenue et une rotation passive et active de la jambe étendue peut provoquer une douleur. L'amyotrophie du quadriceps peut se témoigner d'une boiterie.

6.3 Les scores d'évaluation clinique de la fonction de la hanche :

Plusieurs scores sont proposés dans la littérature, mais les plus utilisés sont le Score de PMA et le score de Harris.

6.3.1. Le score de Postel Merle d'Aubigné (PMA) :

C'est la cotation qui a l'avantage d'être la référence dans les pays francophones, elle est simple à réaliser sur la base d'un examen clinique(57). Elle est basée sur trois paramètres ; la douleur, la marche et la mobilité articulaire. Chaque paramètre est noté de 0 à 6 selon la gravité du stade, l'addition des trois chiffres obtenus donne le score de Postel et Merle D'Aubigné, qui varie de 0 à 18. (Annexe II)

6.3.2. Le score de Harris :

C'est la classification la plus utilisée dans la littérature internationale. Elle comporte 4 critères : La douleur est cotée à 44, la fonction cotée à 47 et l'évaluation de l'activité à 9.

L'ensemble est noté sur 100. Sa longévité et complexité le rend moins pratique.(58)
(Figure55)

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

DOULEUR (44 points possibles)		
44 : aucune		
40 : légère occasionnelle ne compromettant pas l'activité.		
30 : moyenne il l'effort prolongé, parfois prise d'aspirine.		
20 : modérée, activité limitée, médicaments autre qu'aspirine.		
10 : importante, activité très limitée, médicaments en permanence.		
0 : très sévère, marche presque impossible.		
FONCTION (47points possibles)-MARCHE (33points)		
BOITERIE : 11 : aucune 8 : légère 5 : modérée 0 : importante	SOUTIEN : 11 : aucun 7 : cannes longue distance 5 : cannes en permanence 3 : cannes béquilles 2 : deux cannes 0 : deux cannes béquilles 0 : marche impossible	DISTANCE : 11 : illimitée 6 : six blocks 5 : deux ou trois blocks 2 : intérieur seulement 0 : chaise-lit
ACTIVITE (14 points)		
Escaliers 4 : symétrique sans aide 2 : symétrique avec rampe 1 : de toute autre façon	Chaussures et chaussettes 4 : facilement 2 : avec difficulté 0 : impossible	Siège 5 : tout siège, 1h 3 : siège haut, 1/2h 0 : station assise confortable impossible quelque soit le siège, TRANSPORT EN COMMUN : 1 : impossible 0 : possible
MOBILITE (9 points)		
Amplitude de mobilité (5 points) (calcul compliqué ou le coefficient attribué est variable selon le secteur de l'arc et le type de mouvement.		Absence d'attitude vicieuse (4 points) Si flexum moins de 30° Adduction moins de 10° Rotation interne fixée moins de 10° Inégalité de longueur moins de 32mm.

Figure 55 :L'évaluation de la fonction de la hanche selon Harris :(58)

7. Les examens complémentaires :

Lorsque le diagnostic est suspecté cliniquement, il peut être confirmé par des études d'imagerie radiologique. Il n'existe aucune anomalie biologique en dehors de celle liée au terrain de survenue.

L'imagerie joue un rôle important dans l'établissement du diagnostic de l'ONTF et la détermination du stade de la maladie.(59)

7.1 Classifications radiologiques :

La classification aide à établir le diagnostic, pronostic, à suivre l'amélioration ou la dégradation des hanches, et enfin à comparer l'efficacité des différentes méthodes de traitement.

Plusieurs classifications ont été décrites dans le cadre de cette pathologie, les plus utilisées sont : la classification de Ficat et Arlet, la classification de Steinberg et la classification de l'Association Circulation Research Osseuse (ARCO), cependant la classification d'Arlet et Ficat (19) demeure la plus utilisée.

7.1.1 Classification d'Arlet et Ficat :

La classification d'Arlet et Ficat détaille les différents stades radiographiques des ONTF. Ce système a été développé pour la première fois dans les années 1960.(22)

C'est la classification la plus couramment utilisée et la plus simple, mais elle ne tient pas en compte la taille ou la localisation de la lésion ostéonécrotique, qui sont désormais considérés comme des facteurs importants pour prédire les résultats du traitement.(60) (Tableau XVII).

Tableau XVII : Classification radiologique d'Arlet et Ficat(22)

Stades	Description
Stade I	-Radiographie sans anomalies.
Stade II	-Plages hétérogènes d'ostéocondensation et ou de radio-clarté au sein de la tête fémorale. -Respect de la sphéricité de la tête fémorale.
Stade III	-Aux anomalies déjà cités, s'ajoute une fracture sous-chondrale, qui constitue le tournant évolutif de l'affection. Cette fracture se signale par une perte de sphéricité de la tête fémorale ou par une radio-clarté sous-chondrale « en coquille d'œuf » ou un « Crescent sign » pour les anglo-saxons. -Perte de la sphéricité de la tête fémorale.
Stade IV	Coxarthrose secondaire, pincement articulaire, aspect hétérogène et condensé de la tête fémorale.

Une modification de cette classification a été introduite en 1985 pour inclure le stade 0 ainsi que la subdivision du stade II.(19) (Tableau XVIII)

Tableau XVIII: Classification d'Arlet et Ficat modifiée.(19)

Stades	Description
Stade 0	Radiographie normale (hanche silencieuse).
Stade I	Constatations ou changements radiologiques mineures (ostéopénie, changement du schéma trabéculaire de l'os).
Stade II	IIa : Changement radiologique focal ou diffus (Ostéoporose, sclérose, kyste).
	IIb : Fracture sous-chondrale et/ou méplat segmentaire de la tête fémorale
Stade III	Perte de la sphéricité de la tête fémorale, présence de séquestres osseux. Respect de l'interligne articulaire.
Stade IV	Effondrement de la tête fémorale et ostéo-arthrite de la hanche (pincement de l'interligne articulaire, atteinte acétabulaire).

7.1.2 Classification de l'ARCO :

Le premier système de classification ARCO a été établi en 1994 sur la base de la classification Steinberg mais avec 4 sous-classifications supplémentaires pour indiquer la localisation de la lésion et le pourcentage de nécrose de la tête fémorale.(60,61) (TableauXIX)

Tableau XIX :Classification de l'ARCO(62)

STADES	CARACTERISTIQUES
STADE 0	-Résultat de biopsie compatible avec une ON, tous les autres examens complémentaires étant normaux.
STADE I	- Scintigraphie positive ou aspect en IRM d'ON ou les deux examens positifs.
	Ia Atteinte < 15 % de la tête fémorale
	Ib Atteinte entre 15 et 30 % de la tête fémorale
	Ic Atteinte > 30 % de la tête fémorale
STADE II	-Présence d'anomalies radiologiques (condensation ou aspect kystique, ou aspect déminéralisé, mais conservation de la sphéricité de la tête fémorale sur les radiographies et/ou le scanner). Diagnostic d'ostéonécrose confirmé par l'IRM.
	IIa Atteinte < 15 % de la tête fémorale.
	IIb Nécrose entre 15 et 30 % de la tête fémorale.
	IIc Atteinte > 30 % de la tête fémorale.
STADE III	- Dissection sous chondrale / Perte de la sphéricité de la tête fémorale
	IIIa Zone nécrotique < 15 % de la circonférence de la tête fémorale ou enfoncement < 2 mm
	IIIb Zone nécrotique entre 15 à 30 % ou enfoncement compris entre 2 et 4 mm.
	IIIc Zone nécrotique > 30 % de la circonférence de la tête fémorale ou enfoncement de plus de 4 mm de la tête fémorale
STADE IV	Arthrose avec pincement de l'interligne articulaire

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

En 2019 le système ARCO a été récemment révisé par un groupe d'experts internationaux pour mieux intégrer les résultats de l'IRM et de la radiographie standard.(63) (Tableau XX)

Tableau XX : La classification de l'ARCO révisée.(63)

<u>Stades</u>	<u>Résultats de l'imagerie</u>	<u>Description</u>	
<u>Stade I</u>	Rx standard normale. IRM pathologique.	-Lésion d'hyposignal entourant la zone de nécrose.	
<u>Stade II</u>	Rx standard et IRM pathologiques.	-Ostéosclérose, ostéoporose focale ou lésions cystiques de la tête fémorale. -Absence de fracture sous chondrale ou dans la zone de nécrose ou de dépression de la tête fémorale.	
<u>Stade III</u>	Fracture sous-chondrale à la Rx standard ou à la TDM	IIIa : Dépression de la tête fémorale < 2mm.	Fracture sous-chondrale ou dans la zone de nécrose et/ perte de la sphéricité de la tête.
		IIIb : Dépression de la tête fémorale > 2mm.	
<u>Stades IV</u>	Ostéoarthrite à la Rx standard.	Phénomènes dégénératifs de l'articulation de la hanche.	

7.1.3 La classification de Steinberg :

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Le système de classification de l'Université de Pennsylvanie/Steinberg a été mis au point en 1980. Cette classification intègre les résultats de de tous les moyens diagnostiques surtout l'IRM, ainsi que la taille et l'implication articulaire de la lésion ostéonécrotique.(61) (Tableau XXI)

Tableau XXI : Classification de STEINBERG/ Université de Pennsylvanie(64)

STADES	CARACTERISQUES
STADE 0	-Radiographies, TDM et IRM normales.
STADE I	-Radiographies normales, TDM et IRM pathologiques. Ia Léger (Atteinte < 15 % de la tête fémorale sur l'IRM) Ib Modéré(Atteinte entre 15% et 30 % de la tête fémorale sur l'IRM) Ic Sévère(Atteinte > 30 % de la tête fémorale sur l'IRM)
STADE II	-Radiographies pathologiques montrant des lésions cystiques et sclérotiques de la tête fémorale. IIa Léger(Atteinte < 15 % de la tête fémorale sur les radios ou la TDM) IIb Modéré (Atteinte entre 15% et 30 %) IIc Sévère (Atteinte > 30 %)
STADE III	-Effondrement sous chondral produisant le « crescent sign» IIIa Léger (Atteinte < 15 % de la surface articulaire) IIIb Modéré(Atteinte entre 15% et 30 %) IIIc Sévère (Atteinte > 30 %)
STADE IV	Aplatissement de la tête fémorale sans rétrécissement de l'articulation IVa Léger (<15% de la surface s'est effondrée, et la dépression est <2 mm.) IVb Modéré (effondrement entre 15% et 30% ou une dépression entre 2 mm et 4mm)

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

	IVc Sévère (effondrement > 30 % ou dépression >4mm)
STADE V	Rétrécissement articulaire avec ou sans atteinte acétabulaire(la détermination de l'atteinte de la tête fémorale est identique au stade IV ainsi que l'estimation de l'atteinte acétabulaire).
STADE VI	Remaniements dégénératifs avancés.

7.2 Radiographie standard :

La radiographie peut être normale initialement, et peut même le rester durant plusieurs mois après la survenue de l'ONTF. Cet examen peut montrer des anomalies non spécifiques, tel que des plages de condensations ou d'hyper clartés au sein de l'épiphyse.

En cas d'ONTF déjà évoluée, il existe une fine clarté sous-chondrale dite « en coquille d'œuf », déformant l'aspect normal de la surface articulaire, correspondant à une fracture sous-chondrale et donnant l'aspect d'un « crescent sign » résultant d'un collapsus du segment de nécrose de l'os trabéculaire sous chondral parfois responsable d'une perte de sphéricité ou d'un méplat de la tête fémorale.

A ce stade la maladie est déjà irréversible et l'évolution se fait fréquemment vers de l'arthrose secondaire, plus tardive (associant des signes non spécifiques, tel un pincement focal de l'interligne, des ostéophytes, des géodes et une condensation sous chondrale).

La radiographie conventionnelle des hanches comprend systématiquement un cliché de face, une incidence de hanche fléchie à 135° (profil urétral). Ces incidences doivent être complétées par un faux profil de Lequesne. L'étude des deux hanches est nécessaire pour cette pathologie souvent bilatérale.



Figure 56 : ONTF stade IIa radiologique(30)

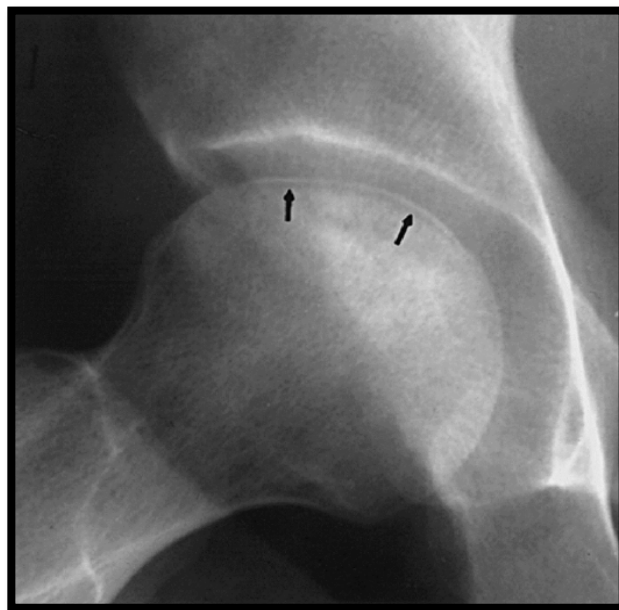


Figure 57 : ONTF stade IIb avec aspect en coquille d'œuf.(66)

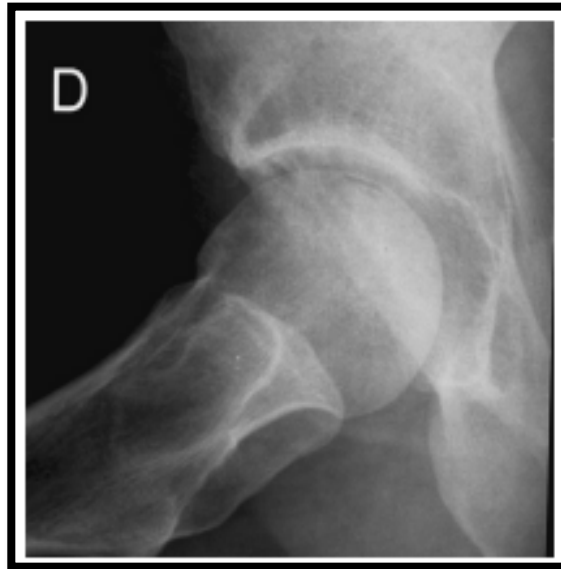


Figure 58 : Stade IIb « débutant » : clarté en coquille d'œuf sous-chondrale (pro fil urétral).(30)



Figure 59 : Stade III : signes d'ostéonécrose, avec perte de sphéricité de la tête fémorale et présence d'un séquestre osseux.(30)



Figure 60 : Stade IV avec remaniements arthrosiques.(67)

7.3 L'imagerie par résonance magnétique (IRM) :

Qu'elle soit de découverte fortuite, ou en lien avec une symptomatologie douloureuse, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) est le Gold Standard des examens, combinant la meilleure sensibilité (99%) et spécificité (99%) pour le diagnostic(68). L'IRM est habituellement effectué sur les deux hanches, étant la maladie fréquemment bilatérale(69).

Les coupes sont effectuées habituellement en séquences d'écho de spin pondérés en T1 et T2. Les séquences T2 peuvent être remplacées ou complétées par des séquences de type T2 avec effacement du signal de la graisse(STIR) dans le but de dépister plus facilement la présence de liquide ou d'œdème. Les séquences en T1 peuvent être effectuées avec injection intraveineuse de gadolinium. Sur les images obtenues, l'analyse cherche à préciser les éléments suivants :

✓ Le liseré de démarcation :

C'est le signe spécifique de l'ostéonécrose : il correspond à l'interface réactive qui entoure l'os nécrosé. En T1, il apparaît sous la forme d'une bande en **hyposignal** continu, allant « d'une corticale à l'autre » ; ce liseré est sinueux et dans l'ensemble, concave vers le haut. Son signal varie dans le temps sur les séquences T2 et T1 après injection intraveineuse de gadolinium.

Au début de la maladie, le liseré de démarcation est un signal dit vasculaire pur, c'est à dire en **hyposignal** en T1 et en **hypersignal** sur les séquences T2 ou T1 après injection intraveineuse de gadolinium. Secondairement, ce liseré va présenter sur **les séquences en T2** l'aspect dit de la « **double ligne de Mitchell** », c'est-à-dire une bande périphérique en **hyposignal** sur laquelle s'adosse en dedans une bande en **hypersignal**. Cet aspect serait en rapport, soit avec un début de calcification de la zone de démarcation, soit avec un aspect de fibrose située sur le front de revascularisation. (8)

À un stade plus tardif, le liseré de démarcation est calcifié sur les radiographies, ce qui se traduit par un **hyposignal** sur toutes les séquences en IRM (T1, T2, STIR).

Ce signe de démarcation est le signe le plus précoce de l'ostéonécrose de la hanche.

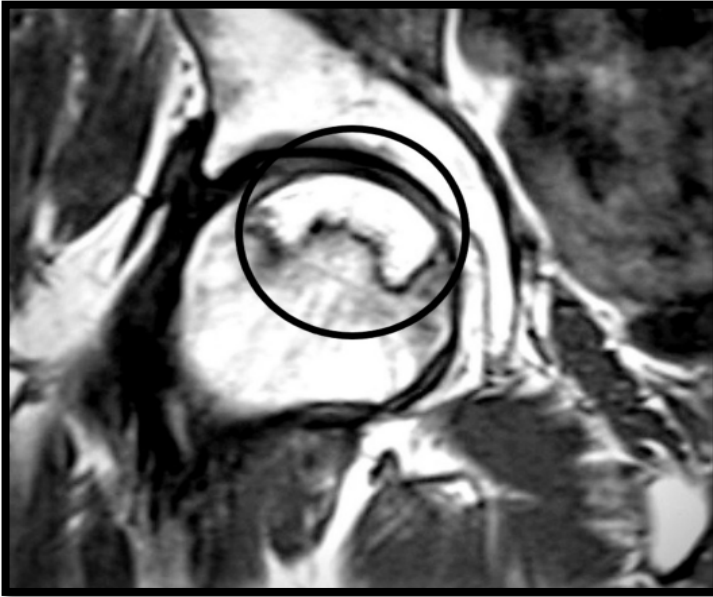


Figure 61 : Image IRM en T1 d'une ONTF, montrant une lésion en hyposignal.

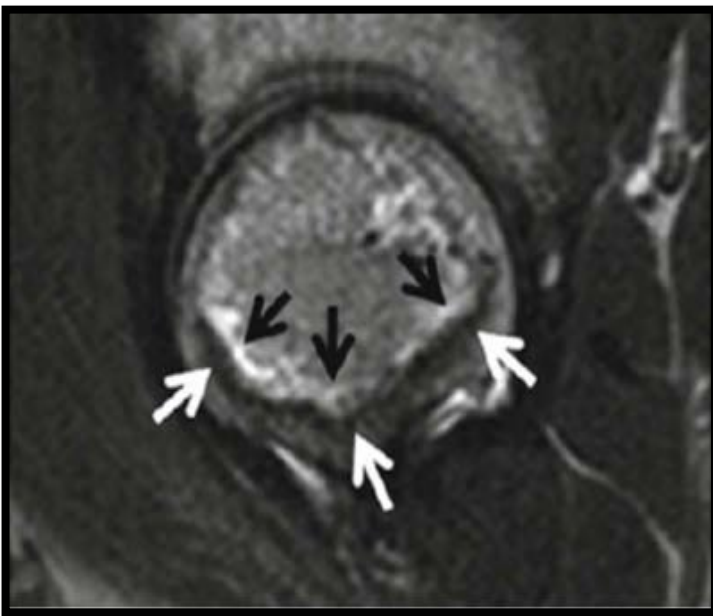


Figure 62 : La double ligne de Mitchell sur l'IRM vue en séquence T2, avec un contour externe en hyposignal (flèches blanches) et un hypersignal en dedans (flèches noires)

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

✓ La zone de nécrose : (8)

C'est la zone comprise entre le liseré de démarcation et la lame osseuse sous-chondrale. Son siège est le plus souvent antéro-supérieur. Le signal dans la zone nécrotique varie au cours du temps. Les modifications du signal dans le temps peuvent permettre de dater éventuellement l'ancienneté de l'ostéonécrose et d'estimer les modifications histologiques qui peuvent survenir au sein de cette ostéonécrose.

Quatre types de signaux différents peuvent être observés dans l'ONTF suivant la phase évolutive selon Mitchell :

Tableau XXII : Classification de Mitchell.(70)

Stades	Type du signal	Séquence T1	Séquence T2
A	Graisseux	Hypersignal	Iso-signal
B	Hémorragique	Hypersignal	Hypersignal
C	Liquidien	Hyposignal	Hypersignal
D	Fibreux	Hyposignal	Hyposignal

✓ L'épanchement articulaire :

Un épanchement articulaire est un signe fréquent qui accompagne les ONTF et ne se voit habituellement que dans les ON symptomatiques. Il se caractérise par un **hyposignal** en T1 et un **hypersignal** en T2.

Sur les séquences en T1 après injection intraveineuse de gadolinium, l'épanchement reste en hyposignal, ce qui contraste avec la synovite inflammatoire dont le signal est nettement rehaussé par l'injection de gadolinium.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

✓ Œdème de la zone péri nécrotique :

Il se traduit par un **hyposignal** en T1 et un **hypersignal** sur les séquences T2 et T1 après injection intraveineuse de gadolinium. Quand il est intense, cet œdème réactionnel peut masquer le liseré de démarcation, en particulier dans les petites ostéonécroses.

Cet œdème réactionnel est habituellement concomitant de douleurs et ne se voit pas dans les ON asymptomatiques.

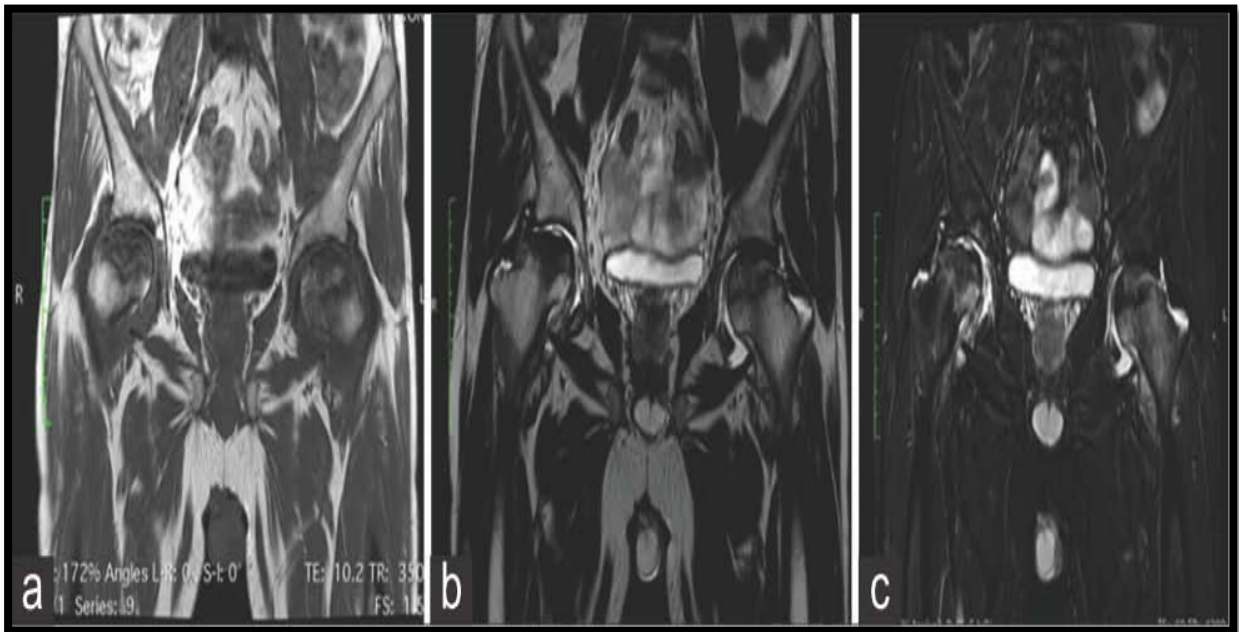


Figure 63 : ONTF bilatérale avec un oedème de la moelle à gauche hypointense en T1 et en hypersignal en séquence T2 et STIR. On note également un épanchement bilatéral en hypersignal en T2 et en STIR.

A) T1 coronale b) T2 coronale c) STIR coronale (71)

7.4 La tomodensitométrie : (8)

La tomodensitométrie (TDM), parfois pratiquée en raison de son accessibilité par rapport à l'IRM, montre les mêmes lésions que la radiographie standard, mais de manière plus détaillée. Son intérêt réside dans la capacité à mieux identifier les fractures sous-chondrales et les débuts d'effondrement de l'épiphyse.

La TDM montre une structure en forme d'étoile que l'on appelle l'astérisque ou le signe astérisque. Ce dernier est formé par l'épaississement des travées osseuses dans les zones de charge de la tête fémorale.(72)

La disparition totale ou l'altération de l'astérisque par perte de ses rayons et par augmentation périphérique de la densité traduit une nécrose extensive de la tête(Figure66) (72). Au stade avancé, elle révèle des zones hypodenses entourées d'hyperdensité correspondant aux séquestres osseux.(73). La TDM avec reconstruction permet de mesurer l'étendue de la nécrose.



Figure 64 : -Image normale de l'astérisque (A)

-ONTF caractérisée par la disparition complète de l'astérisque (B, C) (72)

7.5 La scintigraphie osseuse :

Comme l'IRM, la scintigraphie permet de visualiser des modifications précoces. Malgré sa sensibilité élevée, sa spécificité reste faible(74). La scintigraphie osseuse au ^{99m}Tc, peut montrer une zone en cocarde, avec une hyperfixation péri-lésionnelle, entourant une zone hypofixante, témoignant de la tentative de réparation.(31). Son intérêt réside dans la possibilité

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

d'identifier en un seul examen d'autres localisations d'ONA récentes ou semi-récentes sur l'ensemble du squelette, mais elle reste moins sensible que l'IRM(75).

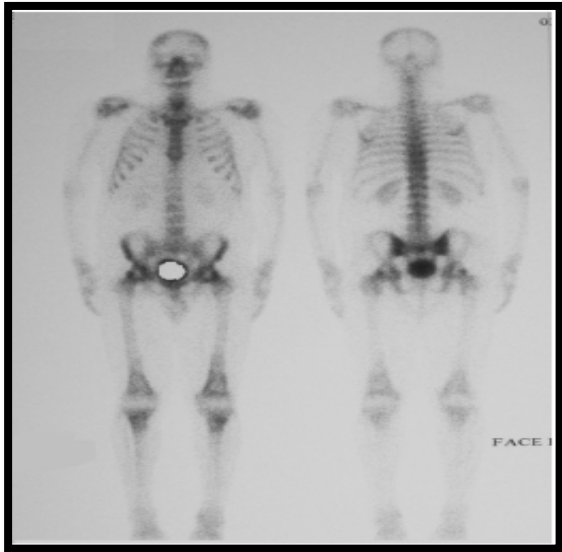


Figure 65 : Scintigraphie osseuse : hyper fixation en cocarde des deux têtes fémorales, hyperfixations symétriques des métaphyses tibiales et fémorales ainsi que des épaules témoignant d'ostéonécroses multiples. (30) :

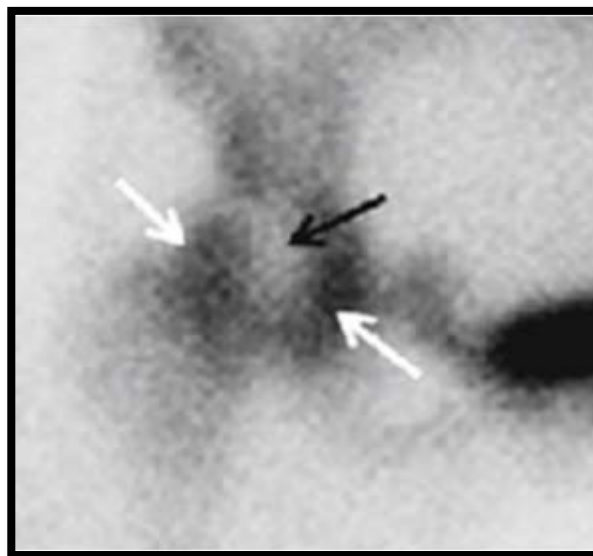


Figure 66 : Image scintigraphique caractéristique d'ONTF ; Zone centrale froide (flèche noire), entourée d'une zone chaude (flèches blanches).

8. Evolution naturelle et pronostic :

En l'absence de traitement, l'évolution naturelle de l'ONTF est la fracture sous-chondrale, puis une déformation irréversible de la surface articulaire, responsable d'un pronostic articulaire péjoratif. Si ce collapsus de la surface articulaire survient, il a généralement lieu dans les deux ans suivant le diagnostic des ONTF(76). Entre 32 et 79% des ONTF aboutissent à un effondrement de la surface articulaire(76,77).

La possibilité de régression d'une ONTF constituée reste débattue. Certains auteurs évoquent une possibilité de régression de la zone de nécrose à l'IRM, mais uniquement pour les ON de petite taille(78).

Tout l'enjeu d'une ONTF dépend de l'évolution de la surface articulaire, en fonction de la survenue ou non d'une fracture sous-chondrale. Lorsque l'ONTF est asymptomatique, de petite taille (<15% de l'épiphyse et/ou < 1/3 de la surface portante), et en l'absence d'œdème médullaire en IRM, elle peut rester stable, et ne pas aboutir à la fracture sous-chondrale pourvoyeuse d'arthrose secondaire(4,79,80).

9. Traitements de l'ONATF :

9.1 Traitement fonctionnel :

9.1-1 La mise en décharge :

La mise en décharge de la hanche malade, pendant un à plusieurs mois en utilisant des cannes ou des béquilles, a été proposée comme méthode thérapeutique afin d'éviter le passage à l'effondrement de la tête fémorale. Elle présente cependant certaines limites, car elle ne supprime pas totalement le tonus musculaire péri articulaire même en position couchée. Sachant qu'il s'agit de patients jeunes en pleine activité professionnelle, il est difficile de les convaincre de se déplacer avec des béquilles pour une très longue durée. Cette démarche est habituellement vouée à l'échec et même à une aggravation inévitable en l'absence d'une prise en charge chirurgicale.(8)

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Cette méthode peut cependant être utilisée dans l'attente du traitement chirurgical ou après ce dernier.

9.2 Traitement médical :

9.2-1 Agents pharmacologiques :

- **Antalgiques et anti inflammatoires :**

La douleur est le principal symptôme rendant cette pathologie handicapante. Ainsi une prise en charge antalgique adéquate doit être entreprise tout en respectant les règles de l'OMS.

Un intérêt particulier sera accordé à l'acide acétylsalicylique qui est un antiagrégant, un anti-inflammatoire et un antalgique, qui permet d'empêcher la formation de micro-thrombus, de réduire l'inflammation et de calmer la douleur.(81)

- **Les biphosphonates :**

Il est bien connu que la progression de l'ONTF vers la fracture sous-chondrale est liée à la résorption osseuse des ostéoclastes autour de la région nécrotique.

Les biphosphonates sont un groupe de médicaments qui agissent en réduisant l'activité des ostéoclastes et du remodelage osseux et qui sont proposés dans le traitement des stades de pré-effondrement de la tête fémorale (Stades I-II de Ficat et Arlet).(82)

-Agarwala et al(83), ont suivi dans une étude cohorte de 1 an , 60 patients (100 hanches) traités par alendronate (10mg/jour ou 70mg/semaine) avec une supplémentation journalière de 500mg à 1g de calcium et vitamine D. Les patients ont présenté une réduction significative de la douleur, une augmentation du périmètre de marche ainsi qu'une amélioration de tous les mouvements de la hanche. Sur le plan radiologique, la maladie a été stabilisée ou a progressé d'un grade et l'IRM a noté une diminution de l'œdème de la moelle osseuse chez la plupart des cas. Seuls 6 patients (10 hanches) ont dû être opérés.

Cependant, un essai randomisé avec un suivi plus long est nécessaire pour déterminer l'efficacité de ce traitement. Ainsi compte tenu ses effets indésirables (irritation œsogastrique ,

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

ostéonécrose de la mâchoire), les biphosphonates ne sont pas recommandés pour le traitement de l'ONTF(84).

- **Les vasodilatateurs :**

Les vasodilatateurs comme l'iloprost (un dérivé de la prostacycline) ont prouvé leur efficacité dans le traitement des vascularites, du lupus et du syndrome de Raynaud. Ils sont utilisés comme un « off label use » dans le traitement de l'ONTF.(85)

L'iloprost est responsable d'une dilatation artérielle systémique ainsi qu'une inhibition de l'agrégation plaquettaire.

- ✓ Disch et al (86), ont étudié de manière prospective les effets de l'iloprost chez 16 patients présentant un œdème isolé de la moelle (groupe1) et 17 patients présentant une ONTF (groupe2). Les 2 groupes ont été traité pendant 5 jours et la moyenne du suivi était de 2ans.Les résultats en été significativement meilleurs en terme de score de Harris, amplitudes des mouvements de la hanche, étendue de l'œdème sur les IRM et la douleur sur l'échelle visuelle analogique. Aucune des hanches des 2 groupes ne s'est compliquée ou subie une intervention chirurgicale.
- ✓ Claßen et al.(87) ont traité 108 patients souffrant de 136 ostéonécroses de diverses articulations en utilisant l'iloprost. Leurs patients ont été suivis pendant une durée moyenne de 50 mois. La plupart d'entre eux (74,8 %) avaient une diminution de la douleur selon l'échelle visuelle analogique (EVA) après le traitement. Cependant, 20 % des articulations stade II de l'ARCO, 71 % des patients stade III de l'ARCO et 100 % des patients stade IV de l'ARCO ont subi un remplacement prothétique.

Bien que les résultats à court terme soient encourageants, des études randomisées à long terme sont nécessaires pour mieux comprendre l'efficacité et l'innocuité de ce genre de traitement.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

- **Les statines :**

L'ONTF cortico-induite se caractérise par l'accumulation de graisses dans la moelle, conduisant à une hypertension intra-osseuse et une diminution du débit sanguin(88). Les statines, qui abaissent les niveaux de lipides en bloquant la synthèse du cholestérol, pourraient potentiellement prévenir ces effets(89).

- Pritchett(90) a rapporté qu'après un suivi moyen de 7,5 ans, seulement 1% des patients prenant de fortes doses de corticoïdes et de statines ont développé une ONTF alors que la prévalence était de 3 à 20 % chez les patients recevant de fortes doses de corticostéroïdes sans statines.
- Ajmal et al.(91) ont analysé rétrospectivement 2881 patients qui ont reçu des corticoïdes à forte dose après une transplantation rénale. Ils ont sélectionné 338 patients qui prenaient à la fois des statines et des corticoïdes et ont comparé l'incidence de l'ONTF avec celle de 2543 patients qui prenaient seulement des corticostéroïdes. Le suivi moyen était de 7,5 ans. Ils ont constaté que 4,4% des patients prenant des corticostéroïdes et des statines ont développé une ONTF contre 7 % des patients prenant uniquement des corticostéroïdes. La différence n'était pas significative.

- **Anticoagulants :**

Plusieurs études concernant les anticoagulants ont été réalisées sur des patients dans les premiers stades de la maladie (Stades I et II de Ficat et Arlet) afin de juger sur leur efficacité dans le traitement de l'ONTF primitive ou secondaire.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Tableau XXIII : Résultat des anticoagulants dans le traitement de l'ONATF des séries de la littérature

Auteurs	Nature de l'ONTF.	Nombre de patients/hanches.	Traitement et durée de suivi.	Résultats
Glueck et al.(2005)(92)	Primitive	20 hanches.	Enoxaparine (60mg/jr) pendant 3mois.	- 19 hanches (95%) sont restées inchangées.
	Secondaire	15 hanches.	Suivi total de 180semaines.	-12hanches (80%) se sont aggravées.
Glueck et al. (2020)(93)	Primitive	13hanches	Enoxaparine(60mg/jr) pendant 3mois suivie de : -Warfarine (INR 2- 2.5) pour 4 patients. -Anticoagulant direct oral pour 3 patients. -Enoxaparine 120mg /jr pour 1 patient. Pour un suivi total de 12ans .	-Aucune hanche ne s'est aggravée avec une amélioration radiologique pour une hanche.
Chotanaphuti et al.(2013)(94)	Primitive	-Groupe traité : 26hanches.	Enoxaparine (60mg/jr) pendant 3mois. Durée totale de suivi est de 2ans.	-15 hanches (57.7%) sont restés dans les stades de pré-collapsus.
		-Groupe témoin : 23hanches.	Placebo	-5 hanches (21.7%) sont restés dans les stades de pré-collapsus.

Ainsi les anticoagulants ont montré de bons résultats dans le traitement de l'ONTF primitive contrairement aux causes secondaires.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Une autre étude a été menée par Nagasawa et al.(95), afin d'étudier l'effet préventif des anticoagulants sur les ONTF cortico-induites chez des patients récemment diagnostiqués pour un lupus érythémateux disséminé. Les auteurs ont conclu ainsi , qu'il n'y avait aucun effet significatif des anticoagulants dans la prévention des ONTF cortico-induites.(96)

9.2-2 Les modalités biophysiques :

- **Les ondes de choc :**

En étant une méthode sûre, non invasive et peu coûteuse, les ondes de choc ont joué un rôle prometteur en médecine orthopédique.(97-99)

Sur ce constat, plusieurs chercheurs ont étudié son utilité dans le traitement de l'ONTF.(100)

Le mécanisme exact des bénéfices de cette thérapie dans l'ONTF reste inconnu. Cependant plusieurs chercheurs pensent qu'elle favorise la néo vascularisation en stimulant l'expression des facteurs de croissance angiogéniques (VEGF) en induisant des micro fractures pour accélérer la rémission osseuse.(84)(100)

Dans une revue systématique comportant 17 études publiée par Qingyu Zhang et al (101) , les auteurs ont pu conclure que les ondes de choc pourraient agir comme une méthode efficace et sûre pour améliorer la mobilité et soulager la douleur des patients atteints d'ONTF, en particulier ceux aux stades précoces (Stade I-II de Ficat). L'imagerie a révélé une significative disparition de l'œdème de la moelle osseuse mais pas de la zone nécrotique de la tête fémorale. Ainsi, cette technique pourrait ralentir ou même bloquer la progression de l'ONTF et donc réduire le recours à la chirurgie et apporte plus de bénéfices.

- **Les champs électromagnétiques :**

Les champs électromagnétiques connaissent plusieurs applications cliniques notamment dans les troubles musculo-squelettiques comme les pseudarthroses, l'ostéoarthrite, l'ostéoporose et les affections tendineuses (102). Il a été démontré que les champs

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

électromagnétiques pulsés diminuent l'activité des récepteurs de la parathormone sur les ostéoblastes ,réduisent le contenu lysosomal des ostéoclastes diminuant ainsi la résorption osseuse (103) mais également la production des facteurs de croissance nécessaires pour l'angiogenèse.(104)

Cebrián et al (105), a conduit une étude rétrospective sur 70 hanches classées ARCO stades I et II traités de façon non-invasive par le port d'un dispositif générant un CEMP par une paire de bobines montée autour de la cuisse pendant 8heures/jour durant 6mois .Ils retrouvent au recul de 26 mois une préservation de 88.57% des hanches ainsi qu'une amélioration du score PMA chez 78.57% des hanches.

Fornell et al (106), a mené une étude rétrospective sur 55 hanches classées stades 0-I-II-III de Steinberg traités de façon invasive par l'implantation d'un électro stimulateur interne(Figure67). L'objectif de cette étude était d'examiner si l'utilisation de cette technique pouvait améliorer les résultats obtenus avec le forage isolé. Ainsi les chercheurs ont conclu que l'addition d'un EI associé à un forage de la tête fémorale fournissent de meilleurs résultats que le forage isolé pour les stades précoces de l'ONTF (Stades I-II-III de Steinberg).

Cependant, le véritable inconvénient de ces techniques est le coût onéreux et le caractère contraignant (le port de 8h/jr ou l'implantation).

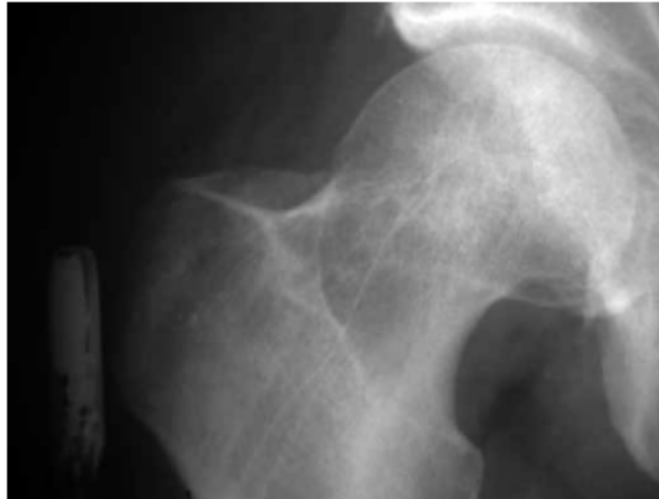


Figure 67 : Patient classé stade II selon Steinberg traité avec un forage+ El.
On note une cathode dans le trou de forage, montée jusqu'à la zone de nécrose.(106)

- **L'oxygénothérapie hyperbare :**

Dans les pathologies caractérisées par des ostéonécroses, telles que l'ostéonécrose du genou(107-109), l'ostéo-radionécrose, l'ostéomyélite mandibulaire et les implants dentaires l'OH a été utilisée avec succès(110).

Compte tenu du débit sanguin fémoral faible dans cette maladie, l'étude histologique de l'os atteint de nécrose a montré une Po_2 faible (44mmgH) qu'un os sain ($Po_2=71$ mmHg).(111,112)

L'OH consiste à respirer de fortes concentrations d'oxygène en plusieurs séances à des pressions dépassant 1 atm. Cette technique a démontré pouvoir réduire les marqueurs pro-inflammatoires tels que la $TNF-\alpha$ et IL-6 ainsi que la production de facteurs de croissance comme la VEGF.(108)

Dans une revue systématique de Paderno et al(10) traitant 10 études rétrospectives, les résultats de leur méta-analyse indiquent que l'OH peut significativement améliorer les résultats cliniques aux stades précoces de la maladie, et qu'elle pourrait être une alternative à la chirurgie.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Isam et al(113) ont comparé dans une étude rétrospective menée sur 23 hanches stades II de Ficat au recul de 12mois, les résultats l'OH par rapport au forage simple et ont conclu que l'OH est prometteuse et aussi efficace que le forage aux stades précoces de l'ONTF.

9.3 Le traitement chirurgical :

9.3-1 Traitement chirurgical conservateur :

✓ Le forage isolé :

Le forage est la procédure la plus couramment utilisée pour le traitement des stades de précoces de l'ONTF. L'objectif de ce traitement est de réduire la pression intra-osseuse dans la tête fémorale et d'augmenter le flux sanguin dans la zone affectée afin de stimuler une nouvelle ostéogénèse.(114)

○ Historique :(115)

Initialement, le forage était pratiqué, dans des études diagnostiques incluant notamment la mesure de la pression intra-médullaire et la vénographie.

En 1964, Arlet et Ficat posent l'hypothèse lors de leurs nombreuses recherches sur les hanches douloureuses avec radiographies normales que le forage pourrait être un outil non seulement diagnostique (biopsie et mesure de la PIM), mais aussi thérapeutique. Dans leur étude, ils démontrent la présence d'os nécrosé au niveau de leurs biopsies et rapportent une diminution quasi immédiate des douleurs de hanche chez leurs patients.

Depuis de ce temps le forage a été utilisé dans plusieurs pays mais son efficacité à prévenir la progression de la maladie a été débattue.

○ Technique :(116,117)

Le patient est placé sur une table de traction. La meilleure visualisation de la tête fémorale par amplificateur de brillance est obtenue en maintenant le membre affecté dans une position d'abduction de 30° et 20° de rotation interne alors que le membre controlatéral est placé

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

en position gynécologique. La meilleure orientation de la broche repère et du tunnel de forage qui va s'en suivre est obtenue lorsque le point d'entrée est situé au niveau du bord proximal du petit trochanter. Ensuite une incision cutanée médio-latérale longitudinale de 2cm est réalisée, le fascia lata est sectionné et la partie latéro-inférieure du grand trochanter est atteinte. Une mèche est utilisée pour effondrer la partie externe de la région trochantérienne. Il est préférable d'avoir une ouverture osseuse plus importante que le diamètre de la tréphine. Une fois la fenêtre osseuse réalisée, une broche peut être manipulée à l'intérieur sous contrôle scopique tout en respectant le plan antéropostérieur. Si le point d'entrée est trop antérieur ou postérieur, le ciblage de la zone nécrotique sera difficile. Ainsi, une fois la broche est introduite à travers le rebord scléreux entourant la zone ischémique, une tréphine de 8-10 mm de diamètre est avancée à travers un trocart et traverse la zone nécrotique, s'arrêtant à 3-5 mm du cartilage articulaire et ramenant une carotte cylindrique qui pourra être utilisée par la suite comme greffon. Il est habituellement demandé au patient d'effectuer une mise en décharge stricte pendant 45 jours puis un appui à 50% pendant 45jrs.

Des complications telles que la perforation de l'os sous chondral, fracture itérative per-trochantérienne, l'hématome et l'infection sont possibles.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

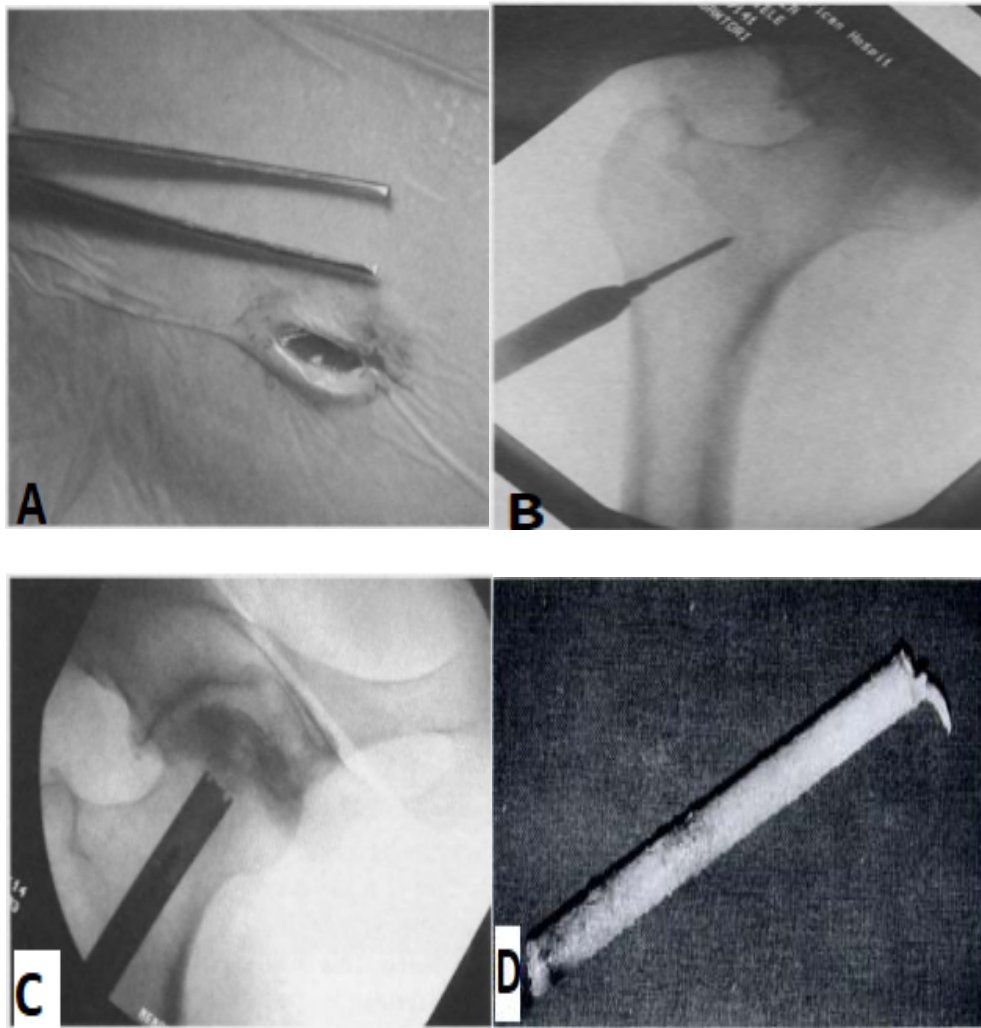


Figure 68 : A) Incision cutanée de 2cm à la partie supéro-externe de la cuisse. Le point d'incision est décidé par l'amplificateur de brillance. (116)

B) Introduction d'une broche repère et d'une mèche dans l'os.(116)

C) introduction d'une tréphine à travers un trocart récupérant ainsi une carotte osseuse.(116)

D) Carotte cylindrique typique prélevée à l'aide d'une tréphine , avec une zone de nécrose évidente dans le segment proximal.(118)

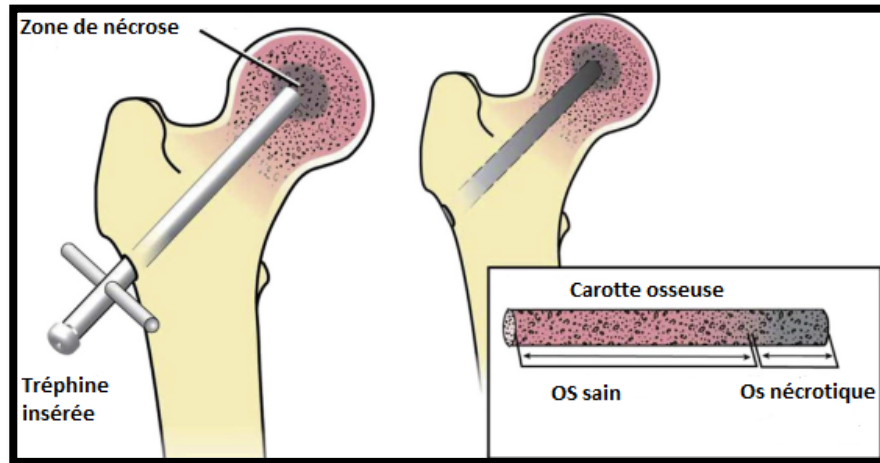


Figure 69 : Technique du forage décompressif.(119)

✓ **Le forage percutané multiple :**

La technique du forage classique s'est améliorée au fil du temps. La procédure de multiples petits forages a été présentée à la réunion annuelle de l'ARCO par Kim et al. en 2004 (120). Par la suite, Mont et al(121), dans leur première étude, ont décrit le forage multiple avec une mèche de petit diamètre (mèche de 3,2 mm). Ils ont recommandé de réaliser 2 à 3 forages dans la lésion avec une broche de Steinmann de 3mm. Le nombre de forages est déterminé par la taille de la zone nécrotique.

La technique du forage multiple est avantageuse en réduisant les événements de perforation de l'os sous chondral et les fractures per-trochantériennes que l'on observe dans la technique classique nécessitant un diamètre plus grand de forage(121,122).



Figure 70 :Forage percutané multiple utilisant 2 broches de 2.5mm de Kirschner et 3 broches de 3mm de Steinmann.(123)

✓ **Les techniques dérivées du forage**

A. La thérapie cellulaire ou thérapie régénérative :

L'ONTF est caractérisée par un approvisionnement vasculaire compromis, une nécrose et des micro-fractures subséquentes sans remodelage osseux.(124) Il a également été démontré que le nombre de cellules ostéoprogénitrices dans les compartiments hématopoïétiques et stromales de la moelle sont diminués dans cette pathologie ce qui compromet les phénomènes de remodelage et de guérison osseuse.(125,126).

Afin de promouvoir le remodelage et la néoangiogenèse au niveau de la tête fémorale, de nouvelles thérapies cellulaires ont été proposées comme traitement adjuvant aux techniques de forage.(124,127)

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

- **Les cellules souches mésenchymateuses (CSM) :**

Les CSM ont la capacité de se différencier en de multiples lignées cellulaires, y compris les ostéoblastes, les chondrocytes et les adipocytes ainsi que les propriétés d'angiogénèses décrites par plusieurs chercheurs.(84)

Les CSM peuvent être implantées sous forme de concentrés de cellules mononucléaires de la moelle osseuse autologue ou une culture ex vivo de cellules souches dérivées de la moelle osseuse.(128)

Hernigou et Beaujean (69), ont été les premiers à rapporter la technique de forage combinée à une greffe de moelle osseuse autologue. Leur technique consiste à prélever plusieurs fractions de moelle osseuse dans les crêtes iliaques qui seront centrifugés pour garder que les cellules mononuclées (cellules souches mononuclées, monocytes et lymphocytes). Ces CSM sont ensuite injectés dans la zone de nécrose après forage de la tête fémorale. Les chercheurs ont conclu que le forage combiné aux CSM peut donner de meilleurs résultats que le recours au forage seul. Ainsi, le forage combiné aux CSM peut être prometteur à l'avenir en tant que thérapie adjuvante.



Figure 71 : Aspiration de la moelle osseuse de la crête iliaque pour greffe ultérieure après forage de la tête fémorale.(129)

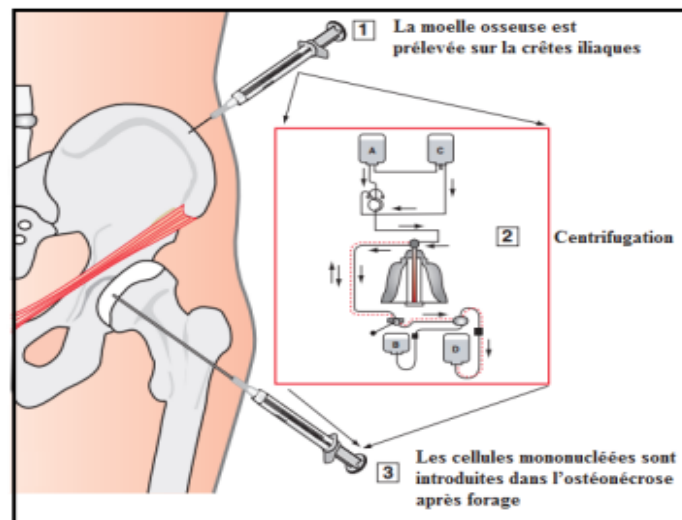


Figure 72 : Principe du traitement des ostéonécroses de hanche par forage et greffe de moelle osseuse.(8)

- **Forage et PRP :**

Le composant plaquettaire du sang contient de nombreuses protéines bioactives et facteurs de croissance (facteur de croissance transformant β [TGF- β], facteur de croissance dérivé des plaquettes [PDGF], fibroblastique [FGF], endothélial [EGF] et vasculaire [VEGF]) stockés dans les granules α des plaquettes. Ces facteurs de croissance sont libérés lorsque les plaquettes sont activées, montrant une stimulation de la néoangiogenèse, un effet chimiotactique sur les CSM, et la prolifération des précurseurs ostéoblastiques.(130)

Ainsi le mécanisme d'action du forage associé aux PRP dans l'ONATF pourrait être résumée en 3 processus :(131)

- L'accélération de l'angiogenèse et l'ostéogenèse (Phénomène d'ostéoinduction)
- L'inhibition des réactions inflammatoires.
- La prévention de l'apoptose cellulaire induite par la corticothérapie.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Bien que le potentiel de régénération du PRP a été évalué dans de nombreuses pathologies dégénératives chroniques du système musculo-squelettique, son applicabilité à l'ONTF est relativement nouvelle.

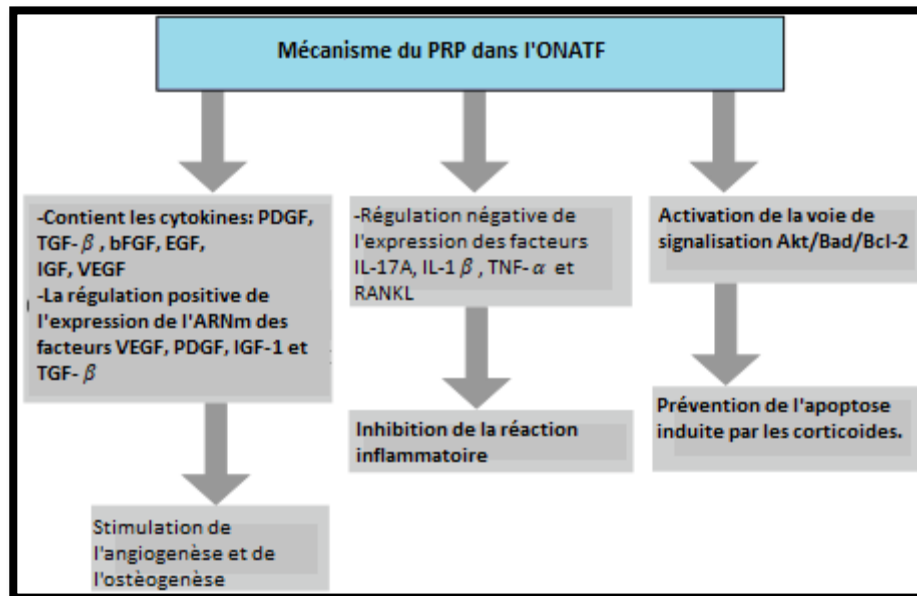


Figure 73 : Mécanisme d'action du PRP dans l'ONTF.(131)

B. Autres techniques :

- **Forage et BMP :**(8)

La découverte des BMP (bone morphogenic proteins) dérive des expériences qui avaient montré en 1965, la capacité de la matrice osseuse déminéralisée à induire la formation osseuse en sites extra osseux. L'activité ostéo-inductrice de la matrice osseuse extracellulaire a été par la suite attribuée à une protéine appelée bone morphogenetic protein. Cette BMP a été purifiée à partir d'extraits osseux. En fait, la capacité d'ostéo-induction de la matrice osseuse déminéralisée n'est pas le fait d'une seule protéine mais de plusieurs. Ces protéines ostéo-inductrices ont été progressivement purifiées, clonées puis séquencées.

L'utilisation des BMP dans l'ONTF s'est effectuée à partir de l'implantation dans le canal de forage. Des études ont montré que de la même manière que pour les autogreffes, une

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

diminution du volume de l'ostéonécrose pouvait être obtenue à l'aide des BMP. L'utilisation des BMP dans l'ONTF s'oriente actuellement soit vers une utilisation de la BMP directement dans le canal de forage, soit vers un abord direct de l'ostéonécrose en relevant le séquestre et en implantant la BMP sous le séquestre.

▪ Les tiges de tantale :

Le tantale est un métal présentant une bonne biocompatibilité permettant une croissance rapide des tissus osseux et vasculaires dans l'articulation de la hanche.

Le tantale métallique a le même module d'élasticité et structure trabéculaire de l'os avec une porosité élevée. La tige de tantale (Zimmer) a une structure cylindrique avec des pores de 430 µm de taille, un diamètre de 10 mm, avec une porosité de 75%-80%, et une longueur de 70-130 mm.(132)

Le forage de la tête fémorale combiné à la tige de tantale, a été proposé pour éviter le risque de prélèvement d'autogreffes ou d'infections des allogreffes osseuses. Cette méthode a été proposée pour la première fois par Pedersen et al.(133) qui ont suggéré que les tiges de tantale poreux pourraient être un substitut mécanique raisonnable aux greffes fibulaires.

Elle présente l'avantage de fournir un support mécanique à l'os sous-chondral de la tête fémorale et de combler le canal de forage. Le tantale poreux a une capacité d'ostéo-conduction permettant la multiplication des ostéoblastes et activant également le phénomène d'angiogenèse. (132)

Cependant, son coût onéreux, la durée prolongée du geste opératoire et la difficulté de son extraction lors de la conversion à la PTH sont les principaux problèmes de cette technique. A ce stade, le forage de la tête fémorale combiné à la tige de tantale poreux ne peut pas être considéré comme un mode de traitement standard dans l'ONTF. (84)

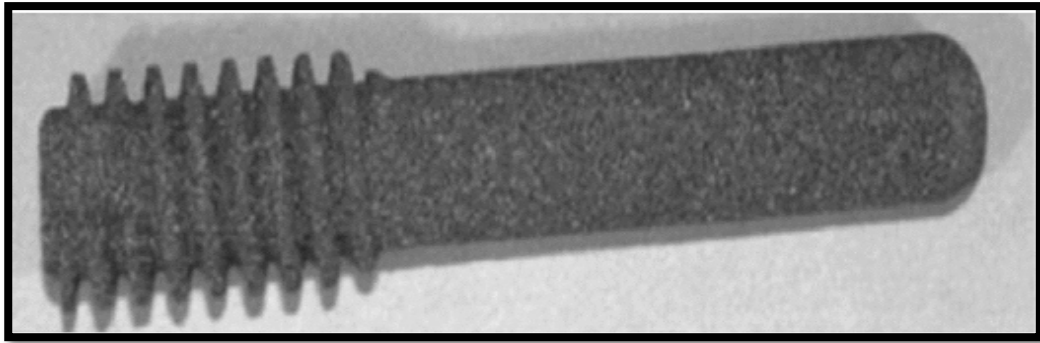


Figure 74 :Tige de tantale poreux.(66)



Figure 75: Rx du bassin montrant une ONTF bilatérale traitées par forage combiné à la tige de tantale .(66)

- Greffe osseuse :

La greffe osseuse, quel qu'en soit le type, est une option thérapeutique avantageuse dans la mesure où elle combine le bénéfice du forage la tête fémorale avec le bénéfice supplémentaire d'introduire un matériel ostéo-conducteur et ostéo-inducteur dans la tête fémorale tout en préservant sa géométrie ainsi que celle du cartilage articulaire. (134)

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Les greffes osseuses servent également d'échafaudage pour la croissance d'un nouvel os et permettent une meilleure stabilité de la tête fémorale.(85)

Les greffons osseux peuvent être divisés en deux grandes catégories : les greffons vascularisés et les greffons non vascularisés.

1. Greffons non vascularisés :

Les greffes utilisées peuvent provenir de différentes origines : (allogreffe, autogreffe), elles sont utilisées pour combler la zone nécrotique de la tête fémorale(135). La technique la plus utilisée est celle décrite par Steinberg(136) : elle consiste lors de l'abord chirurgical de la région inter trochantérienne, à prélever une greffe osseuse de la métaphyse fémorale de la région inter trochantérienne. Le bout distal de la carotte sera impacté au fond du canal de forage. Le prélèvement peut s'effectuer aussi en percutané, une autogreffe spongieuse au dépend de la crête iliaque, car la moelle de la crête iliaque est plus riche que la moelle métaphysaire fémorale supérieure.

Il existe actuellement trois approches distinctes par lesquelles le greffon osseux est introduit dans la tête fémorale :

- **La technique de Phemister**(137) qui consiste à greffer à travers le canal de forage un greffon cortical sous forme triangulaire tibiale, fibulaire ou iliaque.
- **"Light bulb technique"** (138): introduite par Ganz and Buchler(139), puis popularisée par Rosenwasser et al. (140), elle consiste à créer une fenêtre corticale 2x2 cm au niveau du col fémoral ou à la jonction col tête fémorale après arthrotomie puis à retirer tout l'os nécrotique à l'aide d'une fraise à grande vitesse. Après le débridement du segment nécrotique, la lésion est visualisée à l'aide d'une source lumineuse afin de s'assurer de l'élimination adéquate de la lésion (présence d'os saignant tout autour de la cavité lésionnelle). La zone débridée peut être comblée de diverses formes de greffes osseuses (allogreffes corticaux ou cortico-spongieuses isolés ou en association avec une matrice

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

osseuse déminéralisée). Enfin, le segment cortical précédemment retiré doit être remplacé et fixé avec 2-3 broches résorbables.

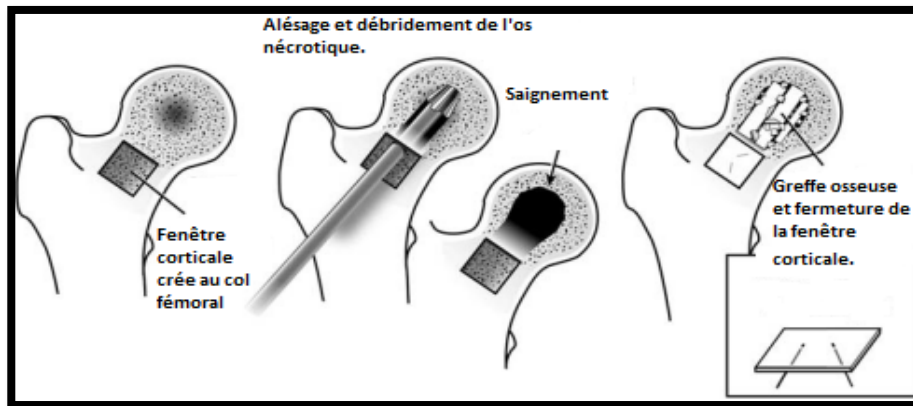
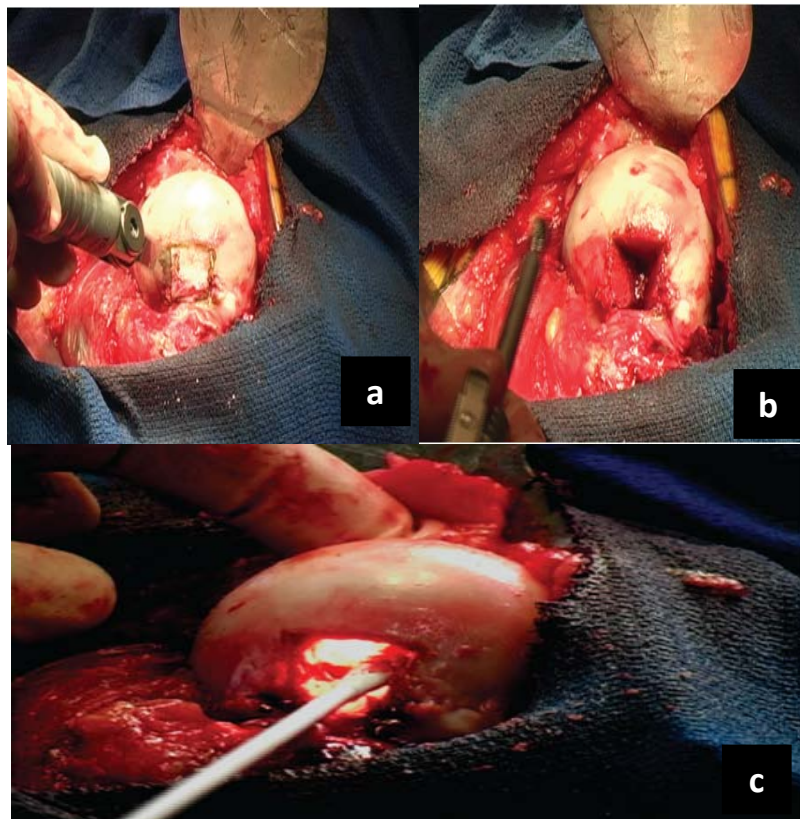


Figure 76 : Illustration montrant les étapes clés de la technique « Light bulb »(135).



**Figure 77 a) Réalisation de la « Light bulb » technique avec création d'une fenètre corticale à la jonction chondrale avec curetage de l'os nécrotique jusqu'à l'os sous chondral.
b) Une source de lumière externe éclairant la tête fémorale avant l'impaction des greffes osseuses.(122)**

- **Trapdoor technique**(85) : Cette technique a été rapportée pour la première fois en 1983 par Meyers et al(141), et a montré de bons résultats pour les stades d'effondrement de la tête fémorale (III et IV de Ficat). Elle consiste après une arthrotomie et une dislocation de la tête fémorale à créer sous visualisation directe une fenêtre au niveau du cartilage articulaire suivie d'un débridement de l'os nécrotique jusqu'au saignement témoignant de la présence d'un os sain puis à greffer en fonction la lésion par des greffons corticaux disposés de façon perpendiculaire et des greffons spongieux. L'espace restant au niveau de la tête fémorale est comblé par des greffes d'os spongieux prélevé au préalable.

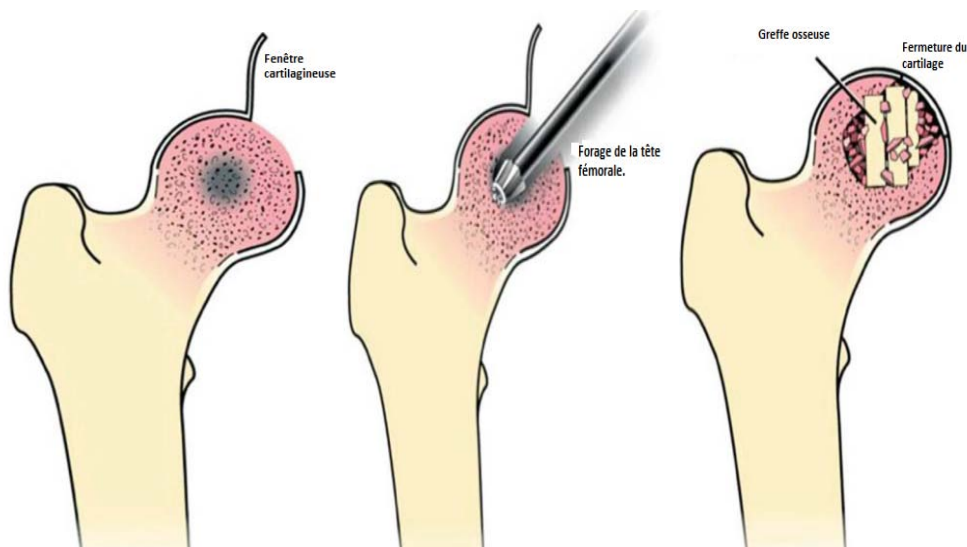


Figure 78 :Etapes de la technique « Trapdoor »(85)

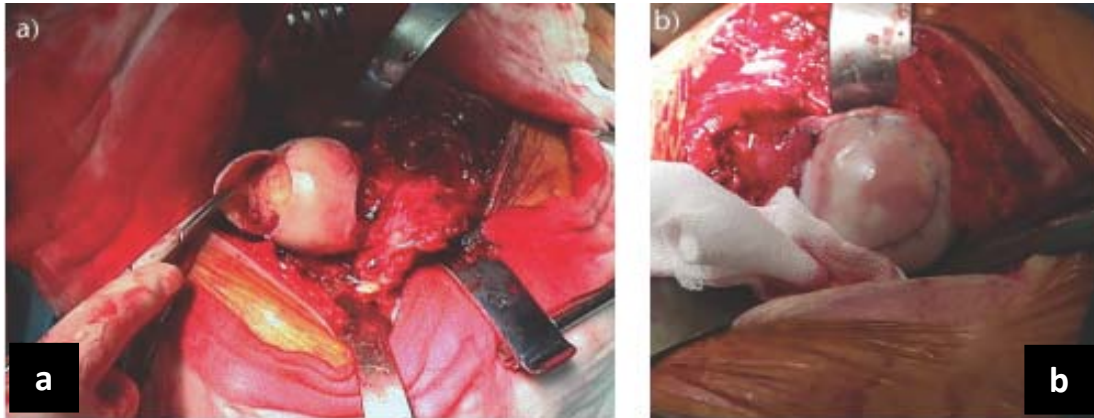


Figure 79 : a) La technique « Trapdoor », permet la visualisation directe de la lésion nécrotique, le curetage et la greffe.

b) Suture de la fenêtre cartilagineuse à son origine.(142)

2. Greffons vascularisés :

Les greffons vascularisés peuvent être divisés en 2 types :

La greffe fibulaire vascularisée et la greffe iliaque vascularisée.

La greffe osseuse vascularisée a généralement été recommandée pour les ONTF stades I à III de Ficat. Elle fournit un support structural viable (greffe fibulaire vascularisée) pour empêcher l'effondrement du cartilage articulaire. Et tenant compte de son apport sanguin intact et de son potentiel ostéogénique (greffe vascularisée de la crête iliaque), elle contribue à la guérison de la zone nécrosée .(119)

- **La greffe fibulaire vascularisée :(85)**

Cette technique consiste à la réalisation d'un forage de la tête fémorale, débridant son contenu nécrotique avec un canal de forage de 16–21mm de diamètre. Le greffon fibulaire doit être prélevé sur la jambe ipsilatérale et mesure généralement environ 13 cm. Il est important de laisser au moins 10 cm du péroné non récolté à chaque extrémité.

Le pédicule vasculaire du péroné doit être laissé aussi long que possible et attaché au greffon. Ce dernier peut être taillé pour obtenir la longueur désirée et ensuite inséré dans le

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

canal de forage tout en s'assurant que le diamètre du canal dépasse celui du greffon à au moins 2mm pour ne pas compromettre sa vascularisation. Une anastomose est faite entre les vaisseaux péroniers et le pédicule circonflexe externe préalablement isolé.

Le greffon est ensuite stabilisé sur le fémur avec une broche de Kirschner. Après l'achèvement de la procédure, un saignement à la base du greffon fibulaire doit être obtenu pour s'assurer de la viabilité du greffon. Cette technique devrait idéalement être effectuée de manière simultanément par deux équipes.

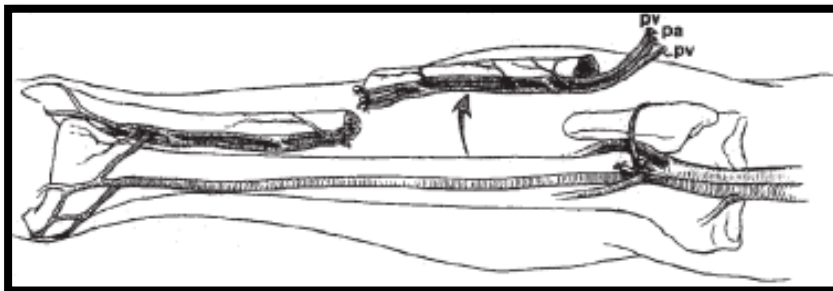


Figure 80 : Prélèvement du greffon fibulaire avec son pédicule (2 veines et 1 artère). (134)

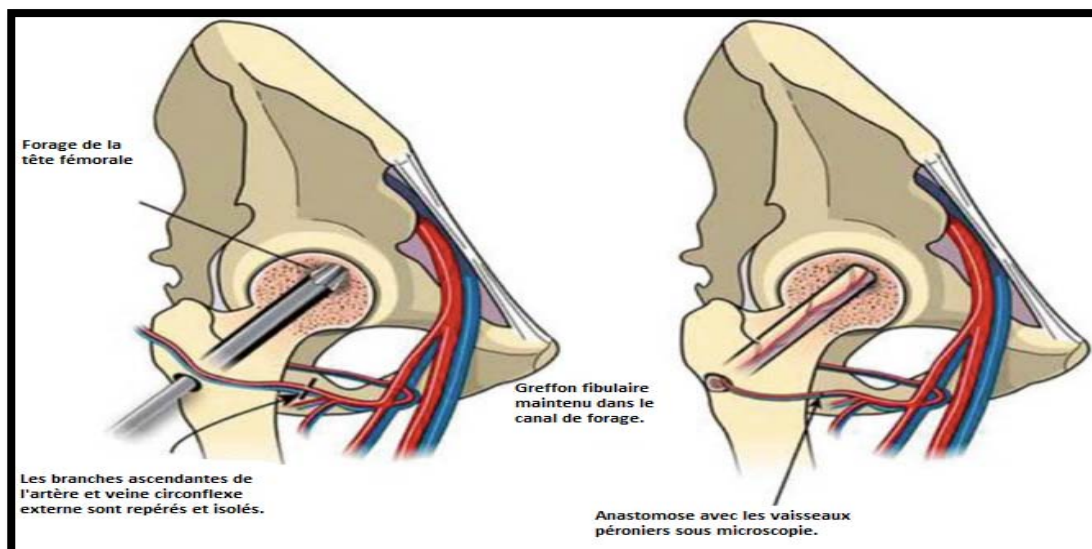


Figure 81 : Pose du greffon fibulaire au niveau du canal de forage avec anastomose avec les vaisseaux circonflexes externes. (85) :



Figure 82 : Image radiographique de la hanche montrant un greffon fibulaire vascularisé sécurisé par une broche de Kirschner. (66)

- **Grefe iliaque vascularisée :**

Elle consiste à prélever un greffon osseux iliaque tri-cortical, en conservant son pédicule vasculaire intact ainsi que des copeaux d'os spongieux prélevés de la crête iliaque. Une fenêtre corticale est créé au niveau de la jonction tête-col permettant le forage de la zone nécrotique. Le greffon iliaque pédiculé est ainsi fixé au niveau du canal de forage déjà impacté par de l'os spongieux.(85)

La greffe vascularisée n'est pas une technique couramment utilisée, probablement en raison de sa complexité chirurgicale et de la longévité du temps chirurgical qui est en moyenne 210mins pour une greffe fibulaire vascularisée avec l'implication de plusieurs équipes chirurgicales.(142) Elle doit être évitée chez des patients ayants des antécédents de tabagisme d'alcoolisme ou d'autres facteurs qui pourraient affecter la cicatrisation des anastomoses vasculaires.(119)

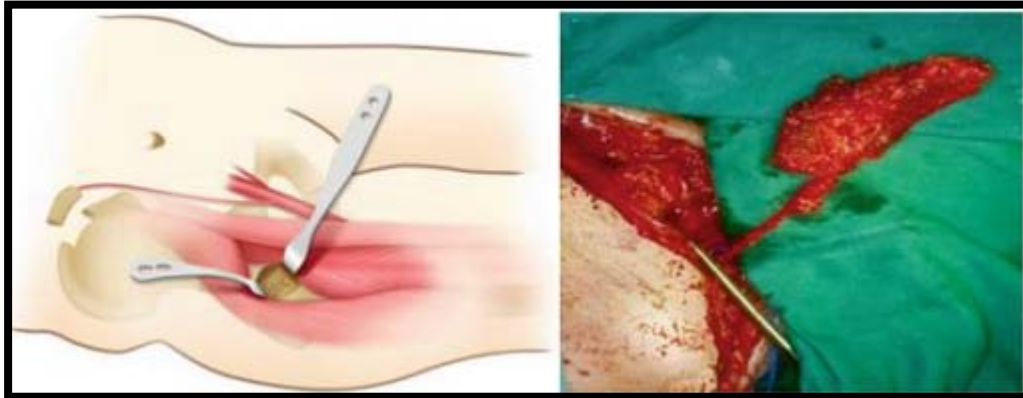


Figure 83 : Greffe iliaque vascularisée (85)

a) **La cimentoplastie** :(143,144)(145)

L'idée est de reconstruire la sphéricité de la tête fémorale en relevant le séquestre et en le maintenant relevé par injection de ciment.

Le but du ciment acrylique est donc ici de rétablir la sphéricité de la tête fémorale, la survie des cellules cartilagineuses étant assurée par le liquide synovial.

Après arthrotomie, le cartilage articulaire de la zone nécrotique est facilement repéré car cette zone est entourée par un sillon ou un petit bourrelet.

Le séquestre peut aussi être repéré en appuyant à l'aide d'une spatule sur la tête fémorale se laissant déprimer.

Le relèvement de la zone cartilagineuse et le rétablissement de la sphéricité s'effectuent habituellement sans difficulté par l'introduction d'une broche à la jonction entre la zone saine et la zone nécrotique par phénomène de levier.

Le ciment est injecté sous forme liquide à l'aide d'une seringue. Il est injecté à la fois sous le séquestre et au besoin dans la zone sous-chondrale. Le but est d'obtenir, à la fin de l'intervention chirurgicale une tête sphérique avec une zone séquestrée qui est parfaitement immobile et qui ne se laisse plus déprimer.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Cette technique montre qu'il est possible au début du stade III de rétablir la sphéricité de la tête fémorale et que l'immobilisation du séquestre donne un effet antalgique immédiat.

Les inconvénients majeurs de cette technique sont dus au fait que lors de la phase de polymérisation du ciment, ce dernier entraîne une chaleur locale qui peut aggraver la nécrose ainsi qu'elle n'a pas pu arrêter la progression des hanches opérées vers l'arthrose.

Actuellement cette technique est délaissée au profit d'autres techniques moins agressives.

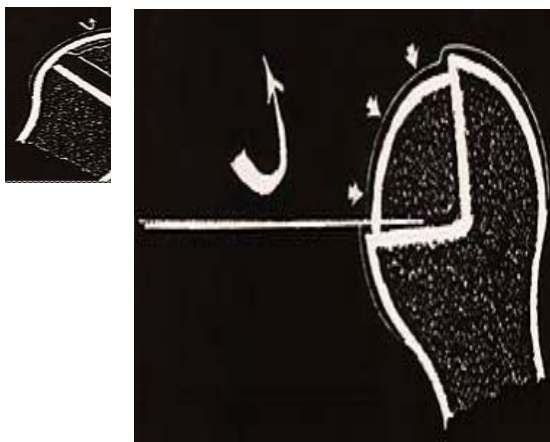


Figure 84 : Étapes clés de la cimentoplastie. (145) :

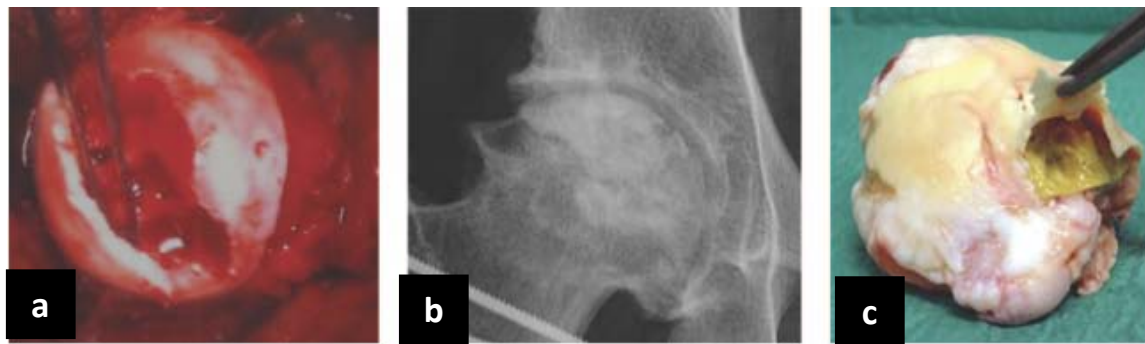


Figure 85 : a) Débridement de la tête fémorale et remplissage par du ciment acrylique.

b) Radiographie de la hanche 5 ans post-opératoire.

c) Aspect de la tête fémorale au moment de l'arthroplastie, 12 ans en post-opératoire. (146) :

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

b) Les ostéotomies :

L'objectif des ostéotomies dans l'ONTF est de déplacer la lésion nécrotique de la zone d'appui de l'articulation et de rediriger les forces vers la partie saine de la tête afin de favoriser sa guérison et d'empêcher son effondrement.

Deux types d'ostéotomies sont utilisées : l'ostéotomie intertrochantérienne varisante ou valgisante et l'ostéotomie transtrochantérienne de rotation.

Parmi elles, l'ostéotomie oblique intertrochantérienne de varisation et l'ostéotomie transtrochantérienne de rotation sont bien connues et très utilisées. Le choix d'ostéotomie dépend de la localisation et de la taille du segment nécrotique.

- *L'ostéotomie transtrochantérienne de rotation* .(147,148)

Deux techniques ont été décrites ; une ostéotomie de rotation vers l'avant proposée par Sugioka et une ostéotomie de rotation vers l'arrière proposée par Kempf. Le but est de soustraire la zone de nécrose de la zone d'appui. Cette intervention s'adresse aux nécroses d'un volume ne dépassant pas le tiers du diamètre de la tête et de préférence avant l'effondrement de celle-ci.

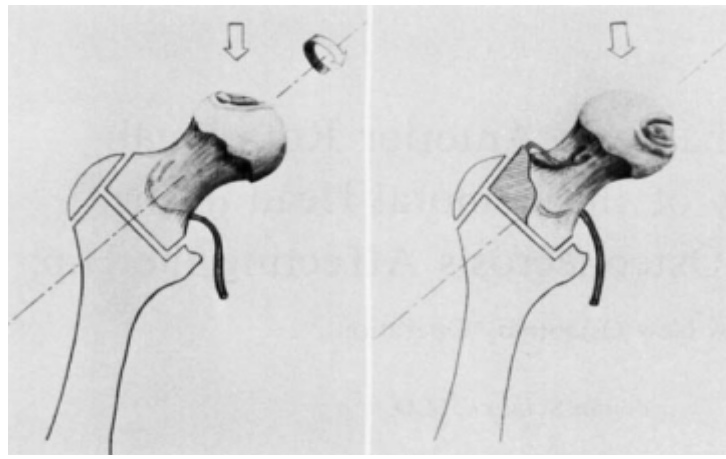


Figure 86 : Ostéotomie transtrochanterienne de rotation antérieure de Sugioka.(149)

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

- *L'ostéotomie intertrochantérienne de varisation* .(147,150)

L'ostéotomie de varisation est conçue pour déplacer la lésion nécrotique et à amener la surface articulaire latérale intacte en position d'appui. Cette technique a été initialement conçue comme un traitement de l'arthrose de la hanche par Pauwels, puis adaptée à l'ostéonécrose par Merle d'Aubigné et al.

Ce geste présente toutefois certains inconvénients, comme l'élévation ou le déplacement latéral du grand trochanter, la pseudarthrose et l'inégalité des membres.

Afin de surmonter ces problèmes, Nishio et Sugioka ont développé en 1971 une ostéotomie intertrochantérienne de varisation entre le grand et le petit trochanter qui est incurvée de manière à placer la tête fémorale en position de varisation en la faisant tourner dans le plan coronal.



Figure 87 : Principe de l'ostéotomie incurvée intertrochantérienne de varisation.(150)

9.3-2 Techniques chirurgicales prothétiques :

- **L'arthroplastie par cupule de Vernon-Luck :**(151)

L'arthroplastie de hanche par cupule de Vernon-Luck dans la nécrose de la tête fémorale est une arthroplastie de surfaçage dont le principe est attribué à Merle d'Aubigné (1964).

Le but est de protéger le séquestre céphalique qui tend à s'enfoncer et à protéger le cotyle des surcharges localisées qu'entraîne la tête déformée, ce qui aboutirait à l'arthrose. C'est dire que cette arthroplastie est réservée aux ONTF stade III mais au stade IV il faudra un geste sur le cotyle et donc une arthroplastie totale.

La cupule ajustée à la taille du cotyle est en vitallium et présente une majeure partie sphérique se continuant par une courte jupe cylindrique.



Figure 88 : Cupule de Vernon-Luck.

- **L'arthroplastie par implant de resurfaçage partiel M.S :**(152)

L'implant intra-articulaire M.S de surfaçage qui a été mis au point pour le traitement de l'ONTF répond à la préoccupation chez les sujets jeunes, de conserver tout le capital de cartilage sain.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

L'implant ne remplace que la zone de cartilage affecté et son séquestre osseux, restituant ainsi la sphéricité de la tête fémorale.

Le but de l'intervention est le remplacement de la zone ostéo-cartilagineuse nécrosée et séquestrée par un implant parfaitement centré restaurant la sphéricité de la tête fémorale.

Cet implant doit s'inscrire sans débord ni surplomb dans la sphéricité retrouvée de la tête fémorale.



Figure 89 : Implant de surfacage partiel.

- **La prothèse totale de la hanche** :(153)(154)

La PTH est la procédure chirurgicale la plus courante pour le traitement de l'ONTF. Elle est particulièrement efficace chez les patients à des stades avancés de la maladie, associés à une tête fémorale affaissée et une arthrose acétabulaire sévère (stade III et IV de Ficat), et après échec du traitement conservateur.

La PTH est considérée comme traitement de dernier recours car les victimes de l'ONTF sont généralement de jeunes adultes dont les exigences fonctionnelles sont élevées et aussi, il y a une forte probabilité de devoir recourir à une arthroplastie de révision chez ces patients.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Cependant le type de prothèse et le choix des implants sont des objets de controverse. Il semble que l'utilisation de ciment de seconde génération ainsi que l'utilisation de prothèses en céramique permettent d'améliorer les résultats des PTH.

Les facteurs qui peuvent compromettre la longévité de la prothèse totale de hanche sont les antécédents de chirurgie par ostéotomie, une activité physique élevée et l'augmentation du poids corporel. Ainsi, les taux d'échec et de complications sont plus élevés dans les cas d'ONTF causés par l'utilisation de stéroïdes ou associés à des comorbidités (drépanocytose, lupus érythémateux disséminé, transplantation rénale) que dans les cas d'ONTF idiopathique.

La place de la PTH dans le traitement de l'ONTF est considérable, vu son utilisation de plus en plus chez le sujet jeune en utilisant des matériaux résistants, avec des couples de frottements qui permettent d'améliorer la longévité de ces prothèses.



Figure 90 : Prothèse totale de la hanche avant et après assemblage.

10. LES INDICATIONS THERAPEUTIQUES :

Le choix des plans de traitement de l'ONTF doit prendre en compte des facteurs complets, notamment les résultats de l'IRM, le stade et la classification de l'ostéonécrose, le volume de la nécrose, la fonction articulaire ainsi que l'âge du patient.

Les indications thérapeutiques peuvent être classées en fonction de :

10.1 Indications selon la clinique :

10.1-1 Patients asymptomatiques :(6)

Les apports de l'IRM et la clinique aident à mieux traiter les patients atteints de l'ONTF.

- Ainsi pour les patients asymptomatiques avec une zone de nécrose < 15 % en dehors des zones de charge de la tête fémorale peuvent être traités par traitement médical à base d'anticoagulants, de vasodilatateurs, une mise en décharge partielle et un suivi régulier.
- Pour les patients asymptomatiques avec une zone de nécrose > 30% et/ou dans les zones de charge de la tête fémorale, le forage de décompression peut être entrepris avec ou sans combinaison du traitement médical.

10.1-2 Patients symptomatiques :

Les indications du traitement sont posées selon le stade de l'ONTF.

10.2 Indications selon le stade radiologique :

Les traitements sont indiqués en fonction des stades radiologiques selon l'ARCO.

Tableau XXIV : Indications thérapeutiques selon la classification de l'ARCO.

Stades		Traitement
ARCO 0		Traitement médical avec suivi régulier tous les 3-6 mois.(6)
ARCO I		FD avec ou sans traitement médical.(6,84)
ARCO II	<u>IIa</u>	GONV ± CSM et/ PRP avec traitement médical.(84,131)
	<u>IIb</u>	-GONV / GOV ± CSM et/ PRP avec traitement médical.(84,131) - Ostéotomie.(147)
	<u>IIc</u>	-GONV/ GOV ± CSM et / PRP.(84,131) -Ostéotomie.(147)
ARCO III	<u>IIIa</u>	-GOV/GONV.(84) -Ostéotomie.(147) -AR.(84)
	<u>IIIb-IIIc</u>	-AR / PTH.(84)
ARCO IV		-AR / PTH.(84)

FD : forage de décompression, GONV : Greffe osseuse non vascularisée, GOV : Greffe osseuse vascularisée, CSM : cellules souches mésenchymateuses, PRP : Plasma riche en plaquettes, AR : arthroplastie de resurfçage, PTH : Prothèse totale de la hanche.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

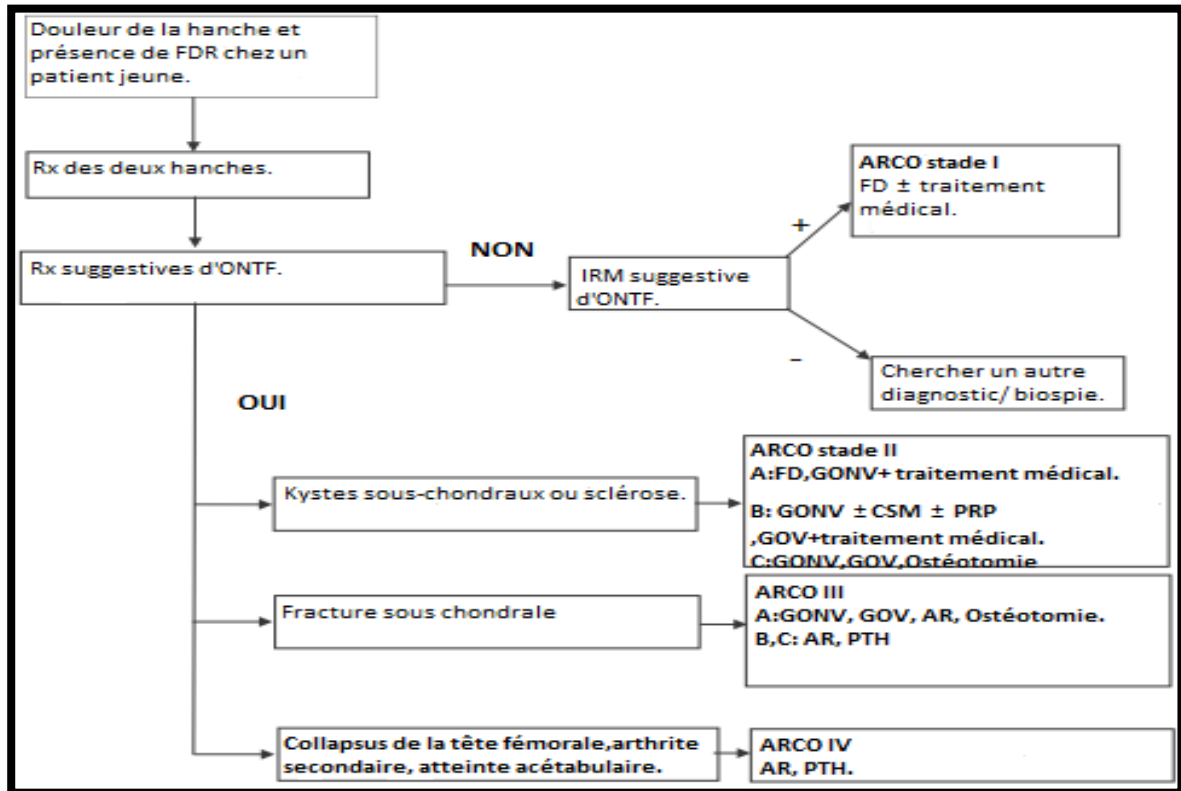


Figure 91 : Algorithme de prise en charge de l'ONTF.(84)

II. Discussion des résultats :

La revue des séries de la littérature ayant utilisées le traitement chirurgical conservateur de l'ONTF a objectivé une grande variabilité des paramètres cliniques et radiologiques étudiés pour l'évaluation des résultats des différentes techniques. Malgré cette disparité, l'objectif commun était de retarder le recours à la PTH dont la mise en place a été considérée comme critère d'échec dans la majorité des séries.

1. Le recul :

La majorité des séries de la littérature montrent un recul moyen compris entre 2.5 ans et 8 ans.

Tableau XXV : Recul moyen des différents traitements chirurgicaux conservateurs de l'ONTF dans la littérature.

Séries	Méthode	Nombre de hanches	Recul(mois)
Maniwa et al(155)	Forage simple.	26	94
Aigner et al.(156)	Forage simple.	45	68.9
Jawish et al (157)	Forage simple.	17	96
SHAHREZAEI et al.(158)	Forage+ GONV	56	55
Zhang et al.(159)	Forage+ GOV	26	31.5
Houdek et al.(160)	Forage+ CSM+PRP	35	36
Dean et al.(161)	OTR	18	60
Notre série	Forage simple/Forage +PRP/Forage + greffe osseuse.	16	28.4

Les séries de la littérature montrent un recul moyen supérieur à notre série. Ceci peut être expliqué par le faible nombre de patients de notre série ainsi que plusieurs patients ont été perdus de vue à cause de la pandémie COVID -19.

2. Résultats cliniques :

2.1 La douleur :

Selon Tan et al(123), une réduction de 39 % de la douleur initiale a été notée chez 24 patients. La moyenne du score EVA est passée de 5.1 à 3.1 au recul de 24 mois.

Une réduction très significative de la douleur estimée à 78 % a été obtenue par Farahmandi et al.(162) après greffe osseuse non vascularisée par la technique du "Lightbulb " chez 96 patients. La moyenne du score EVA est passée de 6.3 à 1.4 au recul de 48.5 mois.

Tableau XXVI : Evaluation de la douleur avant et après traitement chirurgical conservateur selon la littérature :

Séries	Méthode	EVA pré-op	EVA post-op	Taux de régression
Yang Tan et al. (123)	FPM	5.1	3.1	39 %
Kang et al (163)	Forage + CSM	4.8	2.3	52 %
Tabatabaee et al (164)	Forage +CSM	3.59	1.6	55%
Farahmandi et al.(162)	GONV (Lightbulb)	6.3	1.4	78%
Akman et al (165)	GONV(Trapdoor)	7.85	3.05	61%
Yuan et al (166)	GONV (Greffon fibulaire non vascularisé)	2.7	1.4	48%
YIN et al(167)	GOV (greffe fibulaire vascularisée)	5.4	1.8	67 %
Xian et al. (168)	Forage+ greffe osseuse autologue + PRP	4.1	0.9	78%
Malizos et al(169)	Forage + tiges de tantale	5.2	2.6	50 %
Gangji et al.(170)	Cimentoplastie.	6.4	4.4	31%
Abdellah El Messaoudi	Forage + cimentoplastie	5.27	0.36	93.1 %
Brojeni et al (171)	GONV (Lightbulb)	8.2	2.9	65 %
Notre série	Forage isolé/ Forage + GONV/ Forage +PRP	6.93	3.6	48 %

Le traitement chirurgical conservateur a permis de réduire la douleur dans notre série, ce qui rejoint les résultats des autres séries de la littérature.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

2.2 Mobilité articulaire :

Nous nous sommes contentés d'étudier les mouvements articulaires les plus atteints dans l'ONTF qui sont l'abduction et la rotation interne.

Une amélioration significative des amplitudes articulaires a été notée par Mohammadreza et al. (172) après forage simple .

Tableau XXVII : Evaluation de la mobilité articulaire avant et après traitement chirurgical conservateur selon la littérature.

Séries	Technique	Rotation interne		Abduction	
		Avant	Après	Avant	Après
Yoon et al(173)	OTR modifiée	8	13.3	24.3	27
Farahmandi et al (162)	GONV (Lightbulb)	12.3	24.6	12.5	37.5
Mohammadreza et al (172)	Forage simple	-	-	16.8	27
Brojeni et al(171)	GONV (Lightbulb)	-	-	12.5	30
Notre série	Forage simple/ Forage+ PRP / Forage greffe osseuse.	14.6	23.4	30	36.7

Ainsi il existe une amélioration des résultats de la mobilité articulaire dans les séries de la littérature ce qui est de même pour notre série.

2.3 Score PMA :

Jawish et al (157) trouvent une amélioration du score PMA des 17 hanches traitées par forage simple au recul moyen de 8 ans.

En outre, les résultats de Miyahara et al(174) , Maniwa et al(155) et Malizos et al(169) semblent avoir des résultats identiques avec un gain de points allant de 3 à 3.6 points. (Tableau XXVIII)

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

TableauXXVIII : Evaluation de score PMA du traitement chirurgical conservateur de l'ONTF selon la littérature.

<u>Séries</u>	<u>Technique</u>	<u>Stades</u>	<u>PMA pré-op</u>	<u>PMA post-op</u>	<u>Gain</u>
Miyahara et al (174)	Forage simple.	Stades I-II	10.4	13.9	3.5
Maniwa et al (155)	Forage simple.	Stades I-II	13.3	16.5	3.2
Lee et al (175)	OTR.	Stades IIb-III	14.9	17.4	2.5
Lee et al(175)	OTIV.		14.7	17.1	2.4
Kaci Allache(176)	Forage simple.	Stades I-II	11.6	14.1	2.5
Abdelhadi El Messoudi(177)	Forage+ cimentoplastie.	Stades II-III	12	17	5
Malizos et al.(169)	Forage + tiges de tantale	Stades I-II-III	13	16	3
Jawish et al(157)	Forage simple	Stade I	13	18	5
Notre série	Forage simple/ Forage + greffe osseuse/ Forage +PRP	Stades I-II-III	10.3	13.9	3.6

Il y'a une amélioration significative entre les moyennes du score PMA avant et après traitement chirurgical conservateur des séries de la littérature ce qui rejoint le résultat de notre série

3. Evolution :

3.1 Complications :

Markel et al(178), ont eu 3 complications postopératoires après avoir traité leurs patients par forage simple. Ainsi 2 patients avaient une fracture inter-trochantérienne et 1 patient avait une infection superficielle

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Cependant Jawish et al(157) et D'Ambrosi et al(179) n'ont pas eu de complications après forage de la tête fémorale ce qui rejoint les résultats de notre série.

Karasuyama et al.(180) ont rapporté 11 complications après OTR, à type d'infections profondes, pseudarthroses du grand trochanter et du site de l'ostéotomie inter-trochantérienne. Les auteurs ont posé l'hypothèse qu'une corrélation peut exister entre l'abus d'alcool et les complications postopératoires à l'OTR.

Gaskill et al(181) ont étudié la morbidité de la greffe fibulaire libre vascularisée autogène sur 946 patients atteints d'ONTF. Ainsi les complications notées au site donneur sont : la contracture du grand orteil, les douleurs de la cheville, des déficits sensitifs et moteurs de la cheville et du pied et des infections superficielles et profondes. Les complications au niveau du site receveur sont : les fractures inter et sous-trochantériennes, la migration des broches de Kirschner, la thrombose veineuse profonde, des infections superficielles et profondes ainsi que les hématomes. Il est alors important de bien évaluer la balance bénéfice risque de cette technique.

Ces données témoignent de la rareté des complications qui peuvent survenir après un forage de décompression, et confirmant ainsi l'absence de nocivité de cette technique comparée aux autres moyens chirurgicaux conservateurs.

3.2 Retentissement socio-professionnel :

Dans notre série le taux de reprise du travail après traitement chirurgical conservateur est de 80 % avec 20 % de reprise totale et 60 % de reprise partielle.

Shaw et al(182) ont trouvé un taux de 21 % de reprise d'activité chez 27 militaires opérés par forage de décompression. Ce résultat est similaire à notre série avec un taux de reprise totale de 20 %.

Selon Reuter et al(183), parmi 29 patients qui travaillaient avant cimentoplastie, un taux de 31 % ont repris de façon totale leur travail.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Hasegawa et al(184) trouvent un taux de reprise de travail de 50 % après forage et greffe iliaque vascularisée et de 54 % après ostéotomie de rotation.

Tableau XXIX : Taux de reprise totale du travail après traitement chirurgical conservateur selon la littérature

Séries	Technique	Taux de reprise totale
Shaw et al(182)	Forage simple	21 %
Reuter et al(183)	Cimentoplastie	31%
Notre série	Forage simple/ Forage + greffe CS / Forage + PRP	20 %

Dans notre série le taux de reprise de travail totale après traitement chirurgical conservateur rejoint les résultats des séries de la littérature.

4. Satisfaction personnelle du traitement :

Le taux de satisfaction personnelle global du traitement chirurgical conservateur est de 80%.

Yassen et al(185), rapportent un taux de satisfaction personnelle de 58 % après forage multiple de la tête fémorale.

Selon Yen et al(186), 82% des patients du groupe traité par greffe iliaque vascularisée ont exprimé leur satisfaction du résultat ainsi que 73% du groupe traité par greffe fibulaire vascularisé.

Tableau XXX : Taux de satisfaction global après traitement chirurgical conservateur selon la littérature

Séries	Technique	Taux de satisfaction global
Yassen et al(185)	Forage multiple	58 %
Yen et al (186)	Greffe iliaque vascularisée	82 %
	Greffe fibulaire vascularisée	73 %
Notre série	Forage simple/ Forage + greffe CS/ Forage + PRP	80 %

Les résultats subjectifs de satisfaction personnelle du traitement chirurgical conservateur de la tête fémorale témoignent de l'amélioration de la qualité de vie des patients atteints d'ONATF. Ainsi nos résultats rejoignent ceux de la littérature.

5. Résultats globaux :

5.1 Résultat de survie globale :

Yoo et al(187) ont utilisé le forage associé à la greffe fibulaire vascularisé sur 124 hanches. Leurs résultats sont satisfaisants avec un taux de succès global de 90 %, ce qui est impressionnant au recul moyen de 13.9 ans.

Ha et al(175) ont pratiqué l'OTR sur 113 hanches atteintes d'ONATF, et ont rapporté un taux de succès de 88 % au recul de 51.6 mois.

Les séries de Martinot et al(188), Mont et al(121), Kang et al(163), Kaci Allache(176) et Maniwa et al(155) rapportent des taux de succès global variant entre 66 et 73 % après forage de la tête fémorale. Ces résultats concordent ainsi avec celui de notre série avec taux de succès de 69 % (Tableau XXXI)

Tableau XXXI : Taux de succès global après traitement chirurgical conservateur selon la littérature.

Séries	Technique	Hanches	Recul moyen	Taux de succès
Martinot et al(188)	Forage simple/ forage+ greffe osseuse	263	24	73 %
Mont et al (121)	FPM	45	24	71%
Kang et al (163)	Forage + CSM	53	51.4	71.7 %
Abdelhadi El Messoudi(177)	Forage et cimentoplastie	11	30	100 %
Yoo et al (187)	Forage+ GOV	124	166.8	90%
Ha et al (189)	OTR	113	51.6	88 %
Kaci Allache(176)	Forage simple	90	36	73.3 %
Miyahara et al(174)	Forage simple	30	6	50 %
Chang et al (190)	GONV(Lightbulb)	11	61	73 %
Maniwa et al (155)	Forage simple	26	94	66 %
Notre série	Forage simple/ Forage+ greffe CS/ Forage+ PRP	16	28.4	69 %

5.2 Résultats de survie globale selon les stades radiologiques :

Nos résultats selon les stades radiologiques sont conformes à ceux de la littérature avec un taux de succès pour le stade I de 100% comme pour les études de Neumayr et al(191), Zhao et al.(192), Al Omran(193), Kaci Allache(176) et Yang et al (194).

Concernant le stade IIA d'Arlet et Ficat, le taux de succès du traitement par forage de décompression dans notre étude est de **75 %**. Ce taux de succès est similaire à celui de Kaci Allache(176), Martinot et al(188), Al Omran(193) et Neumayr et al(191).

Pour le stade IIB d'Arlet et Ficat, le taux de succès du traitement est similaire aux résultats de Martinot et al(188) et Yang et al(194). (Tableau XXXII)

A propos du stade III d'Arlet et Ficat le taux de succès de notre série est de 50 %. Ce résultat est similaire à celui de Kang et al(195).(Tableau XXXII)

Tableau XXXII : Taux de succès du traitement chirurgical conservateur selon les stades radiologiques selon la littérature

Séries	Technique	Hanches	Recul moyen (mois)	Succès stade I	Succès stade IIa	Succès stade IIb	Succès stade III
Kaci Allache (176)	Forage simple	90	36	100 %	76.2 %	47.1 %	-
Neumayr et al (191)	Forage simple	17	36	100 %	80 %	80 %	-
Zhao et al. (192)	Forage+ CSM	51	-	100 %	90 %	-	-
Martinot et al(188)	Forage simple	79	24	87.1%	60.5%	60%	-
	Forage+ greffe osseuse/ Forage +PRP/ Forage CSH	184		80%	74.8%	88.2 %	
Al Omran(193)	FPM	33	73.2	100 %	78 %	53.8 %	-
Kang et al (195)	FPM	107	63	-	91 %	82 %	54 %
Yang et al (194)	Forage + tiges de tantale	38	21.6	100 %	81 %	60 %	-
Notre série	Forage simple/ forage + greffe CS/ Forage + PRP	16	28.4	100 %	75 %	66 %	50 %

5.3 Taux de survie selon la technique chirurgicale :

5.3.1 Le forage simple :

Martinot et al(188) ont traité 79 hanches par forage simple. Au recul de 2 ans, le taux de survie des hanches opérées était de 71 %.

De même, Kaci Allache(176) trouve un taux de survie de 73.3 % après avoir traité 90 hanches par forage simple.

Miyahara el al (174)ont utilisé le forage simple sur 30 hanches et trouvent un taux de survie de 50 %, ce qui rejoint le résultat de notre série.

TableauXXXIII : Taux de survie de hanches après forage simple selon la littérature

Séries	Technique	Nombre de hanches	Taux de survie
Martinot et al(188)	Forage simple	79	71 %
Kaci Allache(176)	Forage simple	90	73.3 %
Miyahara et al(174)	Forage simple	30	50 %
Notre série	Forage simple	7	57%

5.3.2 Le forage associé à une GONV :

L'étude de Tetik et al (196) qui porte sur 15 hanches opérées par forage associé à une GONV, trouve un taux de survie de 87 % au recul moyen de 42 mois.

Hsu et al (197) rapportent un taux de survie de 63 % après avoir traité 62 hanches par forage associé à la GONV.

Un résultat similaire a été retrouvé chez Israelite et al(198), après forage et greffe de 276 hanches avec un taux de survie de 62 %, ce qui rejoint le résultat de notre série.

TableauXXXIV : Taux de survie des hanches après forage et GONV selon la littérature

Séries	Technique	Nombres de hanches	Taux de survie
Hsu et al.(197)	Forage + GONV	62	63 %
Tetik et al.(196)	Forage + GONV	15	87 %
Israelite et al.(198)	Forage + GONV	276	62 %
Notre série	Forage + GONV	5	60 %

5.3.3 Le forage associé au PRP :

Aggarwal et al(199) ont rapporté une survie de 92 % des 19 hanches traitées par forage associé au PRP à un recul moyen de 64.3 mois.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

De même, Chen et al(200) trouvent de bons résultats avec un taux de survie de 96.25% après forage et adjonction du PRP à 80 hanches ce qui rejoint le résultat de notre série.

Tableau XXXV : Taux de survie des hanches après forage et PRP selon la littérature

Séries	Technique	Nombre de hanches	Taux de survie
Aggarwal et al.(199)	Forage + PRP	19	92 %
Chen et al.(200)	Forage + PRP	80	96.25 %
Notre série	Forage + PRP	4	100 %



CONCLUSION



Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

L'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale est une pathologie débilante rencontrée de plus en plus chez les sujets jeunes conduisant à la destruction de l'articulation de la hanche et par la suite à un remplacement prothétique.

L'IRM est un outil de dépistage sensible et spécifique pour établir un diagnostic précoce qui est un paramètre crucial pour une prise en charge adéquate.

Pour la communauté orthopédique, le traitement chirurgical conservateur a été adopté pour éviter ou retarder la nécessité à une PTH surtout chez les sujets jeunes.

De loin, le forage de décompression reste la méthode chirurgicale conservatrice la plus utilisée au monde. Cette technique peut être améliorée par l'injection de produits biologiques ou synthétiques dans le tunnel de forage donnant ainsi plus de chance au rétablissement de la tête fémorale.

Il est important de citer les limites de cette étude comme le faible nombre de cas et du recul ainsi que l'évaluation radiologique qui devrait être faite par l'IRM.

Nos résultats suggèrent que le forage de décompression offre de meilleurs résultats pour les stades précoces de la maladie avec un taux de succès global de 69%, mais également d'effets antalgiques pour les stades de collapsus de la tête fémorale. De plus les paramètres cliniques et radiologiques se sont améliorés au recul moyen de 28.4 mois.

Cependant dans notre pays, une enquête épidémiologique de grande envergure est nécessaire, elle permettra non seulement de déterminer avec exactitude l'incidence de cette pathologie au Maroc, mais aussi d'analyser les différentes attitudes thérapeutiques employées dans la prise en charge de cette maladie.



Recommandations thérapeutiques



Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Le diagnostic précoce de l'ostéonécrose de la tête fémorale repose surtout sur l'IRM, qui permet un diagnostic aux stades infra-cliniques et infra-radiologiques, à condition que l'IRM soit demandée à temps lors d'une douleur de hanche persistante et en présence d'un des facteurs de risque de la maladie. Le diagnostic précoce repose aussi sur la formation continue des médecins généralistes, ainsi que sur le recyclage des spécialistes en zone éloignée pour cette pathologie, qui reste souvent non diagnostiquée ou découverte à un stade avancé, réduisant ainsi les choix thérapeutiques.

Il n'y a pas de prévention proprement dite pour les ONTF, excepté pour les personnes exposées au barotraumatisme, qui peut diminuer la fréquence de l'ostéonécrose de la tête fémorale. Un dépistage par une IRM peut être fait pour la hanche controlatérale même si elle est indolore, vu la fréquence de l'atteinte bilatérale.

On recommande vivement le traitement par forage de décompression pour tout patient atteint d'une ostéonécrose de la tête fémorale au stade I, stade II A. C'est un traitement qui agit sur le mécanisme physiopathologique de l'ostéonécrose. Le forage représente une chirurgie mini-invasive à foyer fermé et de réalisation assez simple, pouvant à elle seule assurer l'indolence et la stabilisation de la nécrose osseuse. Nous recommandons le forage de décompression associé aux agents biologiques dans un but antalgique pour les stades IIb et III en attendant la chirurgie prothétique puisque ce forage ne va pas changer l'architecture de la tête fémorale et n'interfère pas avec les autres traitements.

Le forage de décompression ne peut pas se substituer à l'arthroplastie totale de la hanche aux stades avancés de la maladie, mais utilisé au bon moment et pour la meilleure indication, il constitue un moyen thérapeutique incontournable.



RESUMES



Résumé :

L'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale se caractérise par une perturbation de la perfusion de la tête fémorale provoquée par plusieurs facteurs étiologiques. Il s'agit d'une maladie insidieuse et progressive qui peut conduire à la détérioration complète de l'articulation de la hanche et qui survient le plus souvent chez des individus âgés de 30 à 50 ans.

L'objectif du traitement chirurgical conservateur est de préserver l'articulation de la hanche et d'éviter ou de retarder le recours à la PTH, en particulier chez les sujets jeunes.

Nous avons réalisé une étude rétrospective sur 16 hanches de 10 patients présentant des ONATF stade I, II et III selon la classification d'Arlet et Ficat et traitées par forage simple ou amélioré.

L'âge moyen était de 34,4 ans. Le sexe féminin était le plus prédominant avec un sex-ratio de 4. L'ONTF était d'origine idiopathique chez la moitié de nos patients. La douleur moyenne initiale était de 6.93 sur l'échelle visuelle analogique (EVA). Le périmètre de marche moyen initial était réduit à 440 mètres. Le score de Postel-Merle d'Aubigné (PMA) moyen initial était de 10.3/18. D'après la classification d'Arlet et Ficat, 3 hanches étaient stade I, 4 hanches étaient stade IIa, 3 hanches étaient stade IIb et 6 hanches stade III.

Le forage simple a été pratiqué pour 6 hanches, le forage avec greffe cortico-spongieuse pour 6 hanches et le forage avec instillation du PRP pour 4 hanches.

A un recul moyen de 28.4 mois, aucune complication liée au traitement n'est survenue et la majorité de nos patients ont objectivé une nette diminution de la douleur avec un score moyen de 3.6 sur l'EVA. La majorité des patients ont vu leur périmètre de marche s'améliorer dont deux cas avec un périmètre de marche illimité. Le score de PMA moyen après traitement a été de 13.9/18.

La répartition des hanches selon les stades radiologiques d'Arlet et Ficat au dernier recul est comme suit : 1 hanche stade I, 5 hanches stade IIa, 2 hanches stade IIb, 3 hanches stade III et 5 hanches stade IV.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

La technique du forage a été considérée comme réussie, avec un taux de survie global de 69 %. Le taux survie des hanches selon les stades radiologiques était de 100% pour le stade I, 75% pour le stade IIa, 66% pour le stade IIb et 50 % pour le stade III.

Le forage de décompression est une méthode bonne et sûre qui peut être utilisée aux stades débutants (Stades I et II d'Arlet et Ficat) où il trouve sa meilleure indication, mais en plus dans les stades avancés, son efficacité est prouvée dans un but antalgique en attendant le recours à la PTH.

Abstract

Osteonecrosis of the femoral head is characterized by a disruption of the perfusion of the femoral head caused by several etiological factors. It is an insidious and progressive disease that can lead to complete deterioration of the hip joint and occurs most often in individuals between the ages of 20 and 50.

The aim of conservative surgical treatment is to preserve the joint and to avoid or delay the hip replacement, in particular in young patients.

We conducted a retrospective study that included 16 hips of 10 patients with ONFH stage I, II, and III according to the Arlet and Ficat classification and treated by augmented and non-augmented core decompression.

The mean age was 34.4 years. Female gender was the most predominant with a sex ratio of 4. ONTF was of idiopathic in half of our patients. The mean initial pain was 6.93 on the visual analogue scale (VAS). The initial mean walking distance was reduced to 440 meters. The initial mean Merle d'Aubigné-Postel score (PMA) was 10.3/18. According to the classification of Arlet and Ficat, 3 hips were stage I, 4 hips were stage IIa, 3 hips were stage IIb and 6 hips were stage III.

Core decompression alone was performed for 6 hips, CD with cortico-cancellous bone grafting for 6 hips, and CD with PRP instillation for 4 hips.

At a mean follow-up of 28.4 months, no complications related to the treatment occurred and most of our cases showed a significant reduction in pain with a mean score of 3.6 on the VAS. Many patients had an improvement in their walking distance, including two cases with an unlimited walking distance. The average MAP score after treatment was 13.9/18.

According to the classification of Arlet and Ficat 1 hip was stage I, 5 hips stage IIa, 2 hips stage IIb, 3 hips stage III and 5 hips stage IV.

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

CD considered successful, with an overall survival rate of 69%. The survival rate was 100% for stage I, 75% for stage IIa, 66% for stage IIb and 50% for stage III.

Core decompression is a good and safe method that can be used in the early stages (Stages I and II of Arlet and Ficat) where it's the most effective, but also in the advanced stages, where it can be used for pain relief until total hip replacement.

ملخص

تنخر رأس عظم الفخذ (ن ر ع ف) هي حالة تؤدي إلى ضمور رأس عظمة الفخذ نتيجة عدم وصول الدم إليها وذلك لأسباب متعددة. تطور هذا المرض يمكن أن يؤدي إلى تدهور كامل لمفصل الورك ويحدث هذا غالباً لدى الأفراد الذين تتراوح أعمارهم بين 30 و50 عاماً.

الهدف من العلاج الجراحي التحفظي هو الحفاظ على المفصل وتجنب أو تأخير استبدال مفصل الورك خاصة عند المرضى الشباب

أجرينا دراسة استردادية حول 16 حالة لدى 10 مرضى مصابين ب (ن ر ع ف) درجة 2 و3 حسب أرلي وفيكا والذين عولجوا عن طريق حفر رأس عظمة الفخذ

كان متوسط عمر المرضى هو 43.3 سنة مع هيمنة للنساء بمعامل 4. (ن ر ع ف) كان مجهول السبب لدى نصف الحالات. معدل الألم الأصلي قدر ب 6.93 على السلم النظري التماثلي بينما وصل معدل مسافة المشي إلى 440 متراً في حين كانت نتيجة بوسيتل ميرل دوبيني البدنية 18/10.93. حسب أرلي وفيكا، 3 أوراك كانوا درجة (1)، 3 أوراك درجة (2)، 3 أوراك درجة (2ب) و6 أوراك درجة (3).3

تم حفر رأس الفخذ بدون إضافة لـ 6 أوراك، حفر مع تطعيم عظمي لـ 6 أوراك، ومع تقطير البلازما الغنية بالصفائح الدموية لـ 4 أوراك

في فترة متابعة معدلها 28.4 شهراً، لم تحدث أي مضاعفات متعلقة بالعلاج وأظهرت معظم حالاتنا انخفاضاً ملحوظاً في الألم بمتوسط درجة 3.6 على السلم النظري التماثلي. كان لدى العديد من المرضى تحسن في مسافة المشي، بما في ذلك حالتان بمسافة مشي غير محدودة. كان متوسط درجة بوسيتل ميرل دوبيني البدنية بعد العلاج 18 / 13.9

وفقاً لتصنيف أرليت وفيكا ، ورك واحد صنف درجة(1)، 5 أوراك درجة (2أ) ، وركين درجة (2ب) ، 3 أوراك درجة (3) و 5 أوراك درجة 4

أعتبرت عملية حفر رأس عظم الفخذ ناجحة، حيث بلغت نسبة النجاح 69 ٪ بالإضافة إلى معدل عيش الأوراك بنسبة 100 ٪ للدرجة (1) ، 75 ٪ للدرجة (2أ)، 66 ٪ للدرجة (2ب) و50 ٪ للدرجة 3 يعتبر حفر رأس عظم الفخذ طريقة جيدة وآمنة يمكن استخدامها في المراحل المبكرة (الدرجة الأولى والثانية حسب أرليت و فيكا) حيث تكون أكثر فعالية، ولكن أيضاً في المراحل المتقدمة، حيث يمكن استخدامها لتخفيف الألم إلى حين اللجوء للورك الاصطناعي.



ANNEXES



Annexe 1 :

CHU MedVI Marrakech

Service de Traumatologie Orthopédie-B

Fiche d'exploitation

Traitement conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale

1. GENERALITES :

- Identité :

Nom..... Prénom..... Age

Sexe..... Profession.....

- Antécédents :

Médicaux :..... Chirurgicaux :.....

- Facteurs étiologiques :

- Corticothérapie Ethylisme Dyslipidémie Tabac

- Idiopathique Pathologie vasculaire Notion de traumatisme LED

-Autres :

- Coté atteint :

Droit :

Gauche

Les deux

2. TABLEAU CLINIQUE :

-Le délai du diagnostic :

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Arthrose :

Autres :

Retentissement professionnel :

-Aucun

- Gène

- Invalidité

3. Traitement Chirurgical :

-Type d'anesthésie :

Rachianesthésie

Anesthésie générale

-Délai d'appui : semaines

-Durée d'hospitalisation :

-Type de chirurgie :

Forage Simple

Forage + PRP

Forage avec greffe osseuse

Forage avec greffe de CSM

Forage avec greffon vascularisé

Forage avec injection de ciment

Cimentoplastie

Ostéotomie

RESULTATS :

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

-Résultat clinique :

Recul : ans

- Douleur :

- âge d'apparition ans

- La marche :- périmètre :..... mètres

- intensité EVA

- Mobilité articulaire passive F:... EX.... RI.... RE..... AB..... ADD.....

- Score de Postel-Merle d'Aubigné (PMA) :

Douleur .../6

Mobilité .../6 Total .../18

Marche.../6

- Résultat radiologique :

-Radiographie standard de 3 et 6 mois :

Stable

Dégradation

-IRM après 1 an :

Stable

Dégradation

4. EVOLUTION :

-Complications :

Infection

Fracture

Autres

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

- Situation professionnelle :

Reprise totale

Partielle

Invalidité

5. Satisfaction personnelle du résultat :

- Satisfait

- Moyennement satisfait

- Non satisfait

Le traitement chirurgical conservateur de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale.

Annexe II : Le score Postel Merle D'Aubigné :

	DOULEUR	MOBILITE	MARCHE
		Pas d'attitude vicieuse : ne tenir compte que de l'aptitude en flexion Attitude vicieuse : retirer un point pour 20° ou + flexion ou rotation externe irréductibles, 2 points pour 10° ou + d'abduction adduction et rotation interne irréductible	
0	Très vive et permanente, ne permettant pas la marche confinant le malade au lit entraînant l'insomnie	Flexion réduite ou attitude vicieuse importante.	Station debout impossible , appui impossible grabataire.
1	Très vive à la mobilisation et à la l'appui, ne permettant quelque pas.	Flexion réduite ou attitude vicieuse importante.	Appui monopodal impossible ,2 béquilles ou cannes béquilles.
2	Arrêtant la marche au bout de 10min.	Amplitude en flexion inférieure ou égale à 30°.	Forte instabilité 2 cannes 1 canne, béquilles parfois.
3	Arrêtant la marche au bout de 20min	Amplitude en flexion de 35° à 50°.	Instabilité forte, boiterie et canne en permanence.
4	Compatible avec une activité physique réduite permettant une demi-heure ou plus de marche.	Amplitude en flexion de 65° à 70°.	Cannes à la fatigue, cannes parfois pour les longues distances, légère instabilité, boiterie nette et souvent une canne pour sortir.
5	Rare et légère, n'empêchant pas une activité normal.	Amplitude en flexion de 75° à 85° .	Stabilité imparfaite, légère boiterie à la fatigue.
6	Aucune	Amplitude en flexion supérieure ou égale à 90°.	Stabilité parfaite, marche normale et illimitée.

Total	Appréciation
18	Excellent
17	Très bon
16-17	Bon
13-15	Passable
10-12	Médiocre
Moins de 9	Mauvais



BIBLIOGRAPHIE



1. **Malizos KN, Karantanas AH, Varitimidis SE, Dailiana ZH, Bargiotas K, Maris T.**
Osteonecrosis of the femoral head: Etiology, imaging and treatment. *Eur J Radiol* [Internet]. 2007;63(1):16–28. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0720048X07001593>
2. **Association MD of the OB of the CMD, Surgery G from the O and BDB of the CA of R and R, Association M and RSG of the OB of the CM.**
Chinese guideline for the diagnosis and treatment of osteonecrosis of the femoral head in adults. *Orthop Surg.* 2017;9(1):3–12.
3. **Kang JS, Moon KH, Kwon DG, Shin BK, Woo MS.**
The natural history of asymptomatic osteonecrosis of the femoral head. *Int Orthop.* 2013;37(3):379–84.
4. **Mont MA, Zywiell MG, Marker DR, McGrath MS, Delanois RE.**
The natural history of untreated asymptomatic osteonecrosis of the femoral head: a systematic literature review. *JBJS.* 2010;92(12):2165–70.
5. **Chang C, Greenspan A, Beltran J, Gershwin ME.**
Osteonecrosis. Firestein GS, Budd RC, Gabriel SE, McInnes IB, O'Dell JR, editors. *Kelley Firestein's Textbook Rheumatol* [Internet]. 2016/08/30. 2017;1764–1787.e5. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7152460/>
6. **Zhao D, Zhang F, Wang B, Liu B, Li L, Kim S–Y, et al.**
Guidelines for clinical diagnosis and treatment of osteonecrosis of the femoral head in adults (2019 version). *J Orthop Transl* [Internet]. 2020;21:100–10. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214031X19302633>
7. **Hernigou P, Daltro G, Hernigou J.**
Hip osteonecrosis: stem cells for life or behead and arthroplasty? *Int Orthop* [Internet]. 2018;42(7):1425–8. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00264-018-4026-4>
8. **Hernigou P.**
Ostéonécroses non traumatiques des épiphyses de l'adulte [Internet]. *Appareil locomoteur.* 2006. p. YP–. Available from: [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0246-0521\(06\)40626-4](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0246-0521(06)40626-4)
9. **Moya–Angeler J, Gianakos AL, Villa JC, Ni A, Lane JM.**
Current concepts on osteonecrosis of the femoral head. *World J Orthop* [Internet]. 2015 Sep 18;6(8):590–601. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26396935>
10. **Paderno E, Zanon V, Vezzani G, Giacon TA, Bernasek TL, Camporesi EM, et al.**
Evidence–Supported HBO Therapy in Femoral Head Necrosis: A Systematic Review and Meta–Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Mar;18(6).
11. **Lafforgue P.**
Physiopathologie et évolution naturelle des ostéonécroses. *Rev Rhum* [Internet]. 2006 Oct;601(9):e1 YP–976. Available from: [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1169-8330\(06\)00340-1](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1169-8330(06)00340-1)

12. Jones JPJ.

Fat embolism and osteonecrosis. *Orthop Clin North Am.* 1985 Oct;16(4):595-633.

13. Hutter CD.

Dysbaric osteonecrosis: a reassessment and hypothesis. *Med Hypotheses.* 2000 Apr;54(4):585-90.

14. Saito S, Inoue A, Ono K.

Intramedullary haemorrhage as a possible cause of avascular necrosis of the femoral head. The histology of 16 femoral heads at the silent stage. *J Bone Joint Surg Br.* 1987 May;69(3):346-51.

15. Weinstein RS, Nicholas RW, Manolagas SC.

Apoptosis of osteocytes in glucocorticoid-induced osteonecrosis of the hip. *J Clin Endocrinol Metab.* 2000 Aug;85(8):2907-12.

16. Calder JDF, Buttery L, Revell PA, Pearse M, Polak JM.

Apoptosis--a significant cause of bone cell death in osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Br.* 2004 Nov;86(8):1209-13.

17. Merle d'Aubigné R, Mazabraud A, Cahen C.

La necrose idiopathique de la tete femorale. Etude anatomo-pathologique et orientation therapeutique. *Sem Hop Paris.* 1963;39:2773-94.

18. Yamamoto T.

The pathology of osteonecrosis of the femoral head. In: *Osteonecrosis.* Springer; 2014. p. 151-7.

19. Ficat RP.

Idiopathic bone necrosis of the femoral head. Early diagnosis and treatment. *J Bone Joint Surg Br.* 1985;67(1):3-9.

20. Wang B-L, Sun W, Shi Z-C, Zhang N-F, Yue D-B, Guo W-S, et al.

Treatment of nontraumatic osteonecrosis of the femoral head with the implantation of core decompression and concentrated autologous bone marrow containing mononuclear cells. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2010;130(7):859-65.

21. Cornell CN, Salvati EA, Pellicci PM.

Long-term follow-up of total hip replacement in patients with osteonecrosis. *Orthop Clin North Am.* 1985;16(4):757-69.

22. Arlet J.

Forage-biopsie de la tête fémorale dans l'ostéonécrose primitive. Observations histopathologique portant sur huit forages. *Rev Rhum.* 1964;31:257-64.

23. Kopecky KK, Braunstein EM, Brandt KD, Filo RS, Leapman SB, Capello WN, et al.

Apparent avascular necrosis of the hip: appearance and spontaneous resolution of MR findings in renal allograft recipients. *Radiology.* 1991;179(2):523-7.

24. Yamamoto T, Irisa T, Sugioka Y, Sueishi K, Yamamoto T, Irisa T, et al.

Effects of pulse methylprednisolone on bone and marrow tissues. Corticosteroid-induced osteonecrosis in rabbits. *Arthritis Rheum Off J Am Coll Rheumatol.* 1997;40(11):2055-64.

- 25. Koo K-H, Lee Y-K, Lee YJ.**
Pathophysiology of Ischemic Diseases of the Hip: Osteonecrosis, Borderline Necrosis, and Bone Marrow Edema Syndrome. In: Osteonecrosis. Springer; 2014. p. 143-9.
- 26. Arlet J, Durroux R.**
Diagnostic histologique précoce de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale par le forage biopsie. In: Premier symposium international de circulation osseuses. 1973.
- 27. Arlet J, Ficat P, Lartigue G.**
Mode de début de l'ostéonécrose fémoro-capitale primitive. Étude de 20 observations histologiquement prouvées par le forage-biopsie (stade I non compliqué). Rev Rhum Mal Osteoartic. 1968;35:239-49.
- 28. Ficat P, Utheza G.**
Le forage-biopsie de la hanche. Rev Med Toulouse. 1968;4:223.
- 29. Noël H, MA D.**
Anatomie pathologique de la nécrose aseptique, idiopathique de la tête fémorale. 1981;
- 30. Lafforgue P.**
Ostéonécrose de la tête fémorale. Rev Rhum [Internet]. 2008 Feb;1508(2):133 YP - 208. Available from: [http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1169-8330\(08\)00410-9](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1169-8330(08)00410-9)
- 31. Pijnenburg L, Felten R, Javier R-M.**
Ostéonécroses aseptiques, une revue générale des ostéonécroses de la hanche, et au-delà. La Rev Médecine Interne [Internet]. 2020;41(1):27-36. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0248866319311129>
- 32. Taylor LJ.**
Multifocal avascular necrosis after short-term high-dose steroid therapy. A report of three cases. J Bone Joint Surg Br [Internet]. 1984 May 1;66-B(3):431-3. Available from: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.66B3.6725356>
- 33. Felson D, Anderson J.**
ACROSS-STUDY EVALUATION OF ASSOCIATION BETWEEN STEROID DOSE AND BOLUS STEROIDS AND AVASCULAR NECROSIS OF BONE. Lancet [Internet]. 1987;329(8538):902-6. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673687928704>
- 34. Aaron RK, Voisinet A, Racine J, Ali Y, Feller ER.**
Corticosteroid-associated avascular necrosis: dose relationships and early diagnosis. Ann N Y Acad Sci [Internet]. 2011 Dec 1;1240(1):38-46. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06218.x>
- 35. Powell C, Chang C, Naguwa SM, Cheema G, Gershwin ME.**
Steroid induced osteonecrosis: An analysis of steroid dosing risk. Autoimmun Rev [Internet]. 2010;9(11):721-43. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1568997210001254>
- 36. Jacobs B.**
Alcoholism-induced bone necrosis. N Y State J Med. 1992 Aug;92(8):334-8.

- 37. Matsuo K, Hirohata T, Sugioka Y, Ikeda M, Fukuda A.**
Influence of alcohol intake, cigarette smoking, and occupational status on idiopathic osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res.* 1988 Sep;(234):115–23.
- 38. Marston SB, Gillingham K, Bailey RF, Cheng EY.**
Osteonecrosis of the Femoral Head After Solid Organ Transplantation: A Prospective Study. *JBJS* [Internet]. 2002;84(12). Available from:
https://journals.lww.com/jbjsjournal/Fulltext/2002/12000/Osteonecrosis_of_the_Femoral_Head_After_Solid.4.aspx
- 39. Hanif I, Mahmoud H, Pui C-H.**
Avascular femoral head necrosis in pediatric cancer patients. *Med Pediatr Oncol* [Internet]. 1993 Jan 1;21(9):655–60. Available from: <https://doi.org/10.1002/mpo.2950210909>
- 40. Cook AM, Patterson H, Nicholls J, Huddart RA.**
Avascular Necrosis in Patients Treated with BEP Chemotherapy for Testicular Tumours. *Clin Oncol* [Internet]. 1999;11(2):126–7. Available from:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0936655599990271>
- 41. Nevskaya T, Gamble MP, Pope JE.**
A meta-analysis of avascular necrosis in systemic lupus erythematosus: prevalence and risk factors. *Clin Exp Rheumatol.* 2017;35(4):700–10.
- 42. Zhu K-K, Xu W-D, Pan H-F, Zhang M, Ni J, Ge F-Y, et al.** The Risk Factors of Avascular Necrosis in Patients with Systemic Lupus Erythematosus: a Meta-analysis. *Inflammation* [Internet]. 2014;37(5):1852–64. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10753-014-9917-y>
- 43. Almeida A, Roberts I.**
Bone involvement in sickle cell disease. *Br J Haematol* [Internet]. 2005 May 1;129(4):482–90. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2141.2005.05476.x>
- 44. Charrow J, Andersson HC, Kaplan P, Kolodny EH, Mistry P, Pastores G, et al.**
The Gaucher registry: demographics and disease characteristics of 1698 patients with Gaucher disease. *Arch Intern Med.* 2000 Oct;160(18):2835–43.
- 45. Khan A, Hangartner T, Weinreb NJ, Taylor JS, Mistry PK.**
Risk factors for fractures and avascular osteonecrosis in type 1 Gaucher disease: A study from the International Collaborative Gaucher Group (ICGG) Gaucher Registry. *J Bone Miner Res* [Internet]. 2012 Aug 1;27(8):1839–48. Available from: <https://doi.org/10.1002/jbmr.1680>
- 46. Pougnet R, Uguen M, Pougnet L, Uguen A, Loddé B, Dewitte J-D.**
Pathologies osseuses et plongée professionnelle : étude rétrospective de 12 ans. *Arch des Mal Prof l'Environnement* [Internet]. 2016 Jun;4983(3):361 YP – 620. Available from:
[http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1775-8785\(16\)30251-X](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1775-8785(16)30251-X)
- 47. Lafforgue P.**
Infarctus osseux [Internet]. *Appareil locomoteur.* 2007. p. YP-. Available from:
[http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0246-0521\(07\)44801-X](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0246-0521(07)44801-X)

- 48. Tektonidou MG, Malagari K, Vlachoyiannopoulos PG, Kelekis DA, Moutsopoulos HM.**
Asymptomatic avascular necrosis in patients with primary antiphospholipid syndrome in the absence of corticosteroid use: a prospective study by magnetic resonance imaging. *Arthritis Rheum.* 2003 Mar;48(3):732–6.
- 49. Montella BJ, Nunley JA, Urbaniak JR.**
Osteonecrosis of the femoral head associated with pregnancy. A preliminary report. *J Bone Joint Surg Am.* 1999 Jun;81(6):790–8.
- 50. Mary-Krause M, Billaud E, Poizot-Martin I, Simon A, Dhiver C, Dupont C, et al.**
Risk factors for osteonecrosis in HIV-infected patients: impact of treatment with combination antiretroviral therapy. *AIDS [Internet].* 2006;20(12). Available from: https://journals.lww.com/aidsonline/Fulltext/2006/08010/Risk_factors_for_osteonecrosis_in_HIV_infected.8.aspx
- 51. Morse CG, Mican JM, Jones EC, Joe GO, Rick ME, Formentini E, et al.**
The Incidence and Natural History of Osteonecrosis in HIV-Infected Adults. *Clin Infect Dis [Internet].* 2007 Mar 1;44(5):739–48. Available from: <https://doi.org/10.1086/511683>
- 52. Shetty GM.**
Double Trouble—COVID-19 and the Widespread Use of Corticosteroids: Are We Staring at an Osteonecrosis Epidemic? *Indian J Orthop [Internet].* 2021 Oct 26;56(2):1–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34720174>
- 53. Snowden GT, Clement ND, Zhang S, Xue Q, Simpson AHRW.**
Orthopaedic long COVID – the unknown unknowns. *Bone Joint Res [Internet].* 2022 Jan 1;11(1):10–1. Available from: <https://doi.org/10.1302/2046-3758.1111.BJR-2021-0505>
- 54. Zhang B, Zhang S.**
Corticosteroid-Induced Osteonecrosis in COVID-19: A Call For Caution. *J Bone Miner Res [Internet].* 2020 Sep 1;35(9):1828–9. Available from: <https://doi.org/10.1002/jbmr.4136>
- 55. Lespasio MJ, Sodhi N, Mont MA.**
Osteonecrosis of the Hip: A Primer. *Perm J [Internet].* 2019;23:18–100. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30939270>
- 56. Li D, Liu P, Zhang Y, Li M.**
Alterations of sympathetic nerve fibers in avascular necrosis of femoral head. *Int J Clin Exp Pathol.* 2015;8(9):10947–52.
- 57. Biau DJ, Brand RA. Robert Merle d'Aubigne,**
1900–1989. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(1):2–6.
- 58. Favreul E, Dambreville A, Gacon G, Kehr P.**
Classifications et scores en chirurgie orthopédique et traumatologique: I. Hanche, Genou, Rachis. Springer; 2008.
- 59. Reppenhagen S, Rackwitz L, Kenn W, Roth A, Goebel S, Rudert M, et al.**
Diagnostik der atraumatischen Femurkopfnekrose des Erwachsenen. *Osteologie.* 2010;19(01):10–7.

- 60. Mont MA, Marulanda GA, Jones LC, Saleh KJ, Gordon N, Hungerford DS, et al.**
Systematic analysis of classification systems for osteonecrosis of the femoral head. JBJS. 2006;88(suppl_3):16-26.
- 61. Steinberg ME, Steinberg DR.**
Classification systems for osteonecrosis: an overview. Orthop Clin. 2004;35(3):273-83.
- 62. Sugano N, Atsumi T, Ohzono K, Kubo T, Hotokebuchi T, Takaoka K.**
The 2001 revised criteria for diagnosis, classification, and staging of idiopathic osteonecrosis of the femoral head. J Orthop Sci Off J Japanese Orthop Assoc. 2002;7(5):601-5.
- 63. Yoon B-H, Mont MA, Koo K-H, Chen C-H, Cheng EY, Cui Q, et al.**
The 2019 Revised Version of Association Research Circulation Osseous Staging System of Osteonecrosis of the Femoral Head. J Arthroplasty. 2020 Apr;35(4):933-40.
- 64. Steinberg M.**
A new method of evaluation and staging of avascular necrosis of the femoral head. Bone Circ. 1984;398-403.
- 65. M. L.**
Hanches douloureuses de l'adulte à radiographies standard normales ou non probantes. In: Evaluation Radiologique de l'Imagerie de l'Appareil Locomoteur. Sauramps E. Paris; 1994. p. 93-7.
- 66. Baig SA, Baig MN.**
Osteonecrosis of the Femoral Head: Etiology, Investigations, and Management. Cureus [Internet]. 2018 Aug 21;10(8):e3171-e3171. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30357068>
- 67. Sultan AA, Mohamed N, Samuel LT, Chughtai M, Sodhi N, Krebs VE, et al.**
Classification systems of hip osteonecrosis: an updated review. Int Orthop. 2019 May;43(5):1089-95.
- 68. Mitchell MD, Kundel HL, Steinberg ME, Kressel HY, Alavi A, Axel L.**
Avascular necrosis of the hip: comparison of MR, CT, and scintigraphy. AJR Am J Roentgenol. 1986 Jul;147(1):67-71.
- 69. Hernigou P, Beaujean F.**
Treatment of osteonecrosis with autologous bone marrow grafting. Clin Orthop Relat Res. 2002;405:14-23.
- 70. Mitchell DG, Rao VM, Dalinka MK, Spritzer CE, Alavi A, Steinberg ME, et al.**
Femoral head avascular necrosis: correlation of MR imaging, radiographic staging, radionuclide imaging, and clinical findings. Radiology. 1987;162(3):709-15.
- 71. Choudhary J, Dubepuria A, Kaushal L, Rajput P.**
Magnetic Resonance Imaging in Evaluation of Avascular Necrosis of Femoral Head. Int J Sci STUDY. 2019;7(7):50-5.

72. Dihlmann W.

CT analysis of the upper end of the femur: The asterisk sign and ischaemic bone necrosis of the femoral head. *Skeletal Radiol* [Internet]. 1982;8(4):251–8. Available from: <https://doi.org/10.1007/BF02219619>

73. Hittmair K., Hofmann S., Breitenseher M., Leder K., Rottmann B., Kramer J. EA.

Diagnostic value of CT in avascular necrosis of the femoral head. *Arco News Lett.* 1995;7: 83–84.

74. Arbab D, König DP.

Atraumatic Femoral Head Necrosis in Adults. *Dtsch Arztebl Int.* 2016 Jan;113(3):31–8.

75. Mont MA, Ulrich SD, Seyler TM, Smith JM, Marker DR, McGrath MS, et al.

Bone scanning of limited value for diagnosis of symptomatic oligofocal and multifocal osteonecrosis. *J Rheumatol.* 2008 Aug;35(8):1629–34.

76. Lafforgue P.

Pathophysiology and natural history of avascular necrosis of bone. *Jt bone spine.* 2006 Oct;73(5):500–7.

77. Lafforgue P, Dahan E, Chagnaud C, Schiano A, Kasbarian M, Acquaviva PC.

Early-stage avascular necrosis of the femoral head: MR imaging for prognosis in 31 cases with at least 2 years of follow-up. *Radiology.* 1993 Apr;187(1):199–204.

78. Sakamoto M, Shimizu K, Iida S, Akita T, Moriya H, Nawata Y.

Osteonecrosis of the femoral head: a prospective study with MRI. *J Bone Joint Surg Br.* 1997 Mar;79(2):213–9.

79. Lieberman JR, Engstrom SM, Meneghini RM, SooHoo NF.

Which factors influence preservation of the osteonecrotic femoral head? *Clin Orthop Relat Res* [Internet]. 2012 Feb;470(2):525–34. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21879405>

80. Nam KW, Kim YL, Yoo JJ, Koo K-H, Yoon KS, Kim HJ.

Fate of untreated asymptomatic osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Mar;90(3):477–84.

81. Albers A, Carli A, Routy B, Harvey EJ, Séguin C.

Treatment with acetylsalicylic acid prevents short to mid-term radiographic progression of nontraumatic osteonecrosis of the femoral head: a pilot study. *Can J Surg.* 2015 Jun;58(3):198–205.

82. Rodan GA, Fleisch HA.

Bisphosphonates: mechanisms of action. *J Clin Invest.* 1996;97(12):2692–6.

83. Agarwala S, Shah S, Joshi VR.

The use of alendronate in the treatment of avascular necrosis of the femoral head: follow-up to eight years. *J Bone Joint Surg Br.* 2009;91(8):1013–8.

84. Tripathy SK, Goyal T, Sen RK.

Management of femoral head osteonecrosis: Current concepts. *Indian J Orthop.* 2015;49(1):28–45.

- 85. Jauregui JJ, Banerjee S, Kapadia BH, Cherian JJ, Issa K, Mont MA.**
Principles of bone grafting for osteonecrosis of the hip. In: Osteonecrosis. Springer; 2014. p. 307-13.
- 86. Disch AC, Matziolis G, Perka C.**
The management of necrosis-associated and idiopathic bone-marrow oedema of the proximal femur by intravenous iloprost. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;87(4):560-4.
- 87. Claßen T, Becker A, Landgraeber S, Haversath M, Li X, Zilkens C, et al.**
Long-term clinical results after iloprost treatment for bone marrow edema and avascular necrosis. *Orthop Rev (Pavia).* 2016;8(1).
- 88. Kandil A, Cui Q.**
Lipid-Lowering Agents and Their Effects on Osteonecrosis: Pros and Cons. In: Koo K-H, Mont MA, Jones LC, editors. Osteonecrosis [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2014. p. 255-9. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-642-35767-1_34
- 89. Cohen-Rosenblum A, Cui Q.**
Osteonecrosis of the Femoral Head. *Orthop Clin North Am.* 2019 Apr;50(2):139-49.
- 90. Pritchett JW.**
Statin therapy decreases the risk of osteonecrosis in patients receiving steroids. *Clin Orthop Relat Res.* 2001 May;(386):173-8.
- 91. Ajmal M, Matas AJ, Kuskowski M, Cheng EY.**
Does statin usage reduce the risk of corticosteroid-related osteonecrosis in renal transplant population? *Orthop Clin North Am.* 2009 Apr;40(2):235-9.
- 92. Glueck CJ, Freiberg RA, Sieve L, Wang P.**
Enoxaparin prevents progression of stages I and II osteonecrosis of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 2005 Jun;(435):164-70.
- 93. Glueck CJ, Freiberg RA, Wang P.**
Long-term Anticoagulation Prevents Progression of Stages I and II Primary Osteonecrosis of the Hip in Patients With Familial Thrombophilia. *Orthopedics.* 2020 Jul;43(4):e208-14.
- 94. Chotanaphuti T, Thongprasert S, Laoruengthana A.**
Low molecular weight heparin prevents the progression of precollapse osteonecrosis of the hip. *J Med Assoc Thailand= Chotmaihet Thangphaet.* 2013;96(10):1326-30.
- 95. Nagasawa K, Tada Y, Koarada S, Tsukamoto H, Horiuchi T, Yoshizawa S, et al.**
Prevention of steroid-induced osteonecrosis of femoral head in systemic lupus erythematosus by anti-coagulant. *Lupus.* 2006;15(6):354-7.
- 96. Guo P, Gao F, Wang Y, Zhang Z, Sun W, Jiang B, et al.**
The use of anticoagulants for prevention and treatment of osteonecrosis of the femoral head: A systematic review. *Medicine (Baltimore).* 2017 Apr;96(16):e6646.

- 97. Kertzman P, Császár NBM, Furia JP, Schmitz C.**
Radial extracorporeal shock wave therapy is efficient and safe in the treatment of fracture nonunions of superficial bones: a retrospective case series. *J Orthop Surg Res.* 2017 Nov;12(1):164.
- 98. Wang C-J, Cheng J-H, Huang C-C, Yip H-K, Russo S.**
Extracorporeal shockwave therapy for avascular necrosis of femoral head. *Int J Surg.* 2015 Dec;24(Pt B):184-7.
- 99. Schmitz C, Császár NBM, Milz S, Schieker M, Maffulli N, Rompe J-D, et al.**
Efficacy and safety of extracorporeal shock wave therapy for orthopedic conditions: a systematic review on studies listed in the PEDro database. *Br Med Bull.* 2015;116(1):115-38.
- 100. Wang Q-W, Zhang Q-Y, Gao F-Q, Sun W.**
Focused extra-corporeal shockwave treatment during early stage of osteonecrosis of femoral head. *Chin Med J (Engl).* 2019 Aug;132(15):1867-9.
- 101. Zhang Q, Liu L, Sun W, Gao F, Cheng L, Li Z.**
Extracorporeal shockwave therapy in osteonecrosis of femoral head: A systematic review of now available clinical evidences. *Medicine (Baltimore)* [Internet]. 2017;96(4). Available from: https://journals.lww.com/md-journal/Fulltext/2017/01270/Extracorporeal_shockwave_therapy_in_osteonecrosis.23.aspx
- 102. Hu H, Yang W, Zeng Q, Chen W, Zhu Y, Liu W, et al.**
Promising application of Pulsed Electromagnetic Fields (PEMFs) in musculoskeletal disorders. *Biomed Pharmacother.* 2020 Nov;131:110767.
- 103. Luben RA, Cain CD, Chen MC, Rosen DM, Adey WR.**
Effects of electromagnetic stimuli on bone and bone cells in vitro: inhibition of responses to parathyroid hormone by low-energy low-frequency fields. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1982 Jul;79(13):4180-4.
- 104. Caliozna L, Medetti M, Bina V, Brancato AM, Castelli A, Jannelli E, et al.**
Pulsed Electromagnetic Fields in Bone Healing: Molecular Pathways and Clinical Applications. *Int J Mol Sci.* 2021 Jul;22(14).
- 105. Cebrián JL, Milano GL, Francés A, Lopiz Y, Marco F, López-Durán L, et al.**
Role of Electromagnetic Stimulation in the Treatment of Osteonecrosis of the Femoral Head in Early Stages. *J Biomed Sci Eng* [Internet]. 2014 Apr 1 [cited 2022 Feb 27];07(05):252-7. Available from: <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?DOI=10.4236/jbise.2014.75028>
- 106. Fornell S, Ribera J, Mella M, Carranza A, Serrano-Toledano D, Domecq G.**
Effects of electrical stimulation in the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *HIP Int* [Internet]. 2017 Oct 16;28(4):434-41. Available from: <https://doi.org/10.5301/hipint.5000581>
- 107. Gardin C, Bosco G, Ferroni L, Quartesan S, Rizzato A, Tatullo M, et al.**
Hyperbaric Oxygen Therapy Improves the Osteogenic and Vasculogenic Properties of Mesenchymal Stem Cells in the Presence of Inflammation In Vitro. *Int J Mol Sci.* 2020 Feb;21(4).

108. **Bosco G, Vezzani G, Mrakic Sposta S, Rizzato A, Enten G, Abou-Samra A, et al.**
Hyperbaric oxygen therapy ameliorates osteonecrosis in patients by modulating inflammation and oxidative stress. *J Enzyme Inhib Med Chem.* 2018 Dec;33(1):1501-5.
109. **Bosco G, Vezzani G, Enten G, Manelli D, Rao N, Camporesi EM.**
Femoral condylar necrosis: treatment with hyperbaric oxygen therapy. *Arthroplast today.* 2018 Dec;4(4):510-5.
110. **Giacon TA, Giancola F, Paganini M, Tiengo C, Camporesi EM, Bosco G.**
Hyperbaric Oxygen Therapy and A-PRF Pre-Treated Implants in Severe Periodontitis: A Case Report. Vol. 18, *International journal of environmental research and public health.* 2021.
111. **Shah KN, Racine J, Jones LC, Aaron RK.**
Pathophysiology and risk factors for osteonecrosis. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2015 Sep;8(3):201-9.
112. **Kiaer T, Pedersen NW, Kristensen KD, Starklint H.**
Intra-osseous pressure and oxygen tension in avascular necrosis and osteoarthritis of the hip. *J Bone Joint Surg Br.* 1990 Nov;72(6):1023-30.
113. **Moghamis I, Alhammoud AA, Kokash O, Alhaneedi GA.**
The outcome of hyperbaric oxygen therapy versus core decompression in the non-traumatic avascular necrosis of the femoral head: Retrospective Cohort Study. *Ann Med Surg.* 2021 Feb;62:450-4.
114. **Gasbarra E, Perrone FL, Baldi J, Bilotta V, Moretti A, Tarantino U.**
Conservative surgery for the treatment of osteonecrosis of the femoral head: current options. *Clin cases Miner bone Metab Off J Ital Soc Osteoporosis, Miner Metab Skelet Dis.* 2015;12(Suppl 1):43-50.
115. **Mont MA, Hungerford DS.**
Non-traumatic avascular necrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Am.* 1995 Mar;77(3):459-74.
116. **Santori FS, Santori N, Fredella N, Piccinato A, Tonci Ottieri M.**
Forage Biopsy plus Autologous Bone Grafting: Indications and Limits BT - Avascular Necrosis of the Femoral Head: Current Trends. In: Santori FS, Santori N, Piccinato A, editors. Milano: Springer Milan; 2004. p. 55-72. Available from: https://doi.org/10.1007/978-88-470-2119-8_5
117. **HERNIGOU P.**
Chirurgie conservatrice de la nécrose de hanche. *Cah d'enseignement la SOFCOT.* 1999;70:29-44.
118. **Learmonth ID, Maloon S, Dall G.**
Core decompression for early atraumatic osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Br.* 1990;72(3):387-90.
119. **Banerjee S, Issa K, Pivec R, Kapadia BH, Khanuja HS, Mont MA.**
Osteonecrosis of the hip: treatment options and outcomes. *Orthop Clin.* 2013;44(4):463-76.

120. **Kim SY, Kim DH, Park IH, Park BC, Kim PT, Ihn JC.**
Multiple drilling compared with standard core decompression for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. In: Orthopaedic proceedings. The British Editorial Society of Bone & Joint Surgery; 2004. p. 149.
121. **Mont MA, Ragland PS, Etienne G.**
Core decompression of the femoral head for osteonecrosis using percutaneous multiple small-diameter drilling. Clin Orthop Relat Res. 2004;429:131–8.
122. **Marker DR, Seyler TM, McGrath MS, Delanois RE, Ulrich SD, Mont MA.**
Treatment of early stage osteonecrosis of the femoral head. J Bone Joint Surg Am. 2008 Nov;90 Suppl 4:175–87.
123. **Tan Y, He H, Wan Z, Qin J, Wen Y, Pan Z, et al.**
Study on the outcome of patients with aseptic femoral head necrosis treated with percutaneous multiple small-diameter drilling core decompression: a retrospective cohort study based on magnetic resonance imaging and equivalent sphere model analysis. J Orthop Surg Res [Internet]. 2020;15(1):264. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13018-020-01786-4>
124. **Piuzzi NS, Chahla J, Schrock JB, LaPrade RF, Pascual-Garrido C, Mont MA, et al.**
Evidence for the use of cell-based therapy for the treatment of osteonecrosis of the femoral head: a systematic review of the literature. J Arthroplasty. 2017;32(5):1698–708.
125. **Gangji V, De Maertelaer V, Hauzeur J-P.**
Autologous bone marrow cell implantation in the treatment of non-traumatic osteonecrosis of the femoral head: five year follow-up of a prospective controlled study. Bone. 2011;49(5):1005–9.
126. **Gangji V, Toungouz M, Hauzeur J-P.**
Stem cell therapy for osteonecrosis of the femoral head. Expert Opin Biol Ther. 2005;5(4):437–42.
127. **Calori GM, Mazza E, Colombo A, Mazzola S, Colombo M.**
Core decompression and biotechnologies in the treatment of avascular necrosis of the femoral head. EFORT open Rev. 2017;2(2):41–50.
128. **Rackwitz L, Eden L, Reppenhagen S, Reichert JC, Jakob F, Walles H, et al.**
Stem cell-and growth factor-based regenerative therapies for avascular necrosis of the femoral head. Stem Cell Res Ther. 2012;3(1):1–9.
129. **Mont MA, Salem HS, Piuzzi NS, Goodman SB, Jones LC.**
Nontraumatic osteonecrosis of the femoral head: where do we stand today?: a 5-year update. J Bone Joint Surg Am. 2020;102(12):1084.
130. **Tripathy S, Sen R.**
CORE DECOMPRESSION IN OSTEONECROSIS OF THE FEMORAL HEAD: WHERE DO WE STAND TODAY? 2021 Nov 30;

- 131. Han J, Gao F, Li Y, Ma J, Sun W, Shi L, et al.**
The Use of Platelet-Rich Plasma for the Treatment of Osteonecrosis of the Femoral Head: A Systematic Review. *Biomed Res Int* [Internet]. 2020 Mar 7;2020:2642439. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32219128>
- 132. Zhang Y, Chen W, Yang Z, Sun J-N, Hu Z-H, Hua Z-J, et al.**
Porous tantalum implant for treatment of early-stage osteonecrosis of the femoral head: a minimum 5-year follow-up study. *BMC Surg* [Internet]. 2021 Oct 9;21(1):360. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34627202>
- 133. Pedersen DR, Brown TD, Poggie RA.**
Finite element characterization of a porous tantalum material for treatment of avascular necrosis. *Trans Orthop Res Soc.* 1997;22(5):598.
- 134. Aldridge III JM, Urbaniak JR.**
Bone grafting for osteonecrosis of the femoral head. In: *Seminars in Arthroplasty.* Elsevier; 2004. p. 151-60.
- 135. Seyler TM, Marker DR, Ulrich SD, Fatscher T, Mont MA.**
Nonvascularized bone grafting defers joint arthroplasty in hip osteonecrosis. *Clin Orthop Relat Res.* 2008;466(5):1125-32.
- 136. Steinberg ME, Brighton CT, Corces A, Hayken GD, Steinberg DR, Strafford B, et al.**
Osteonecrosis of the femoral head. Results of core decompression and grafting with and without electrical stimulation. *Clin Orthop Relat Res.* 1989;(249):199-208.
- 137. DB P.**
Treatment of the necrotic head of the femur in adults. *J Bone Joint Surg Am.* 1949;31(1):55-66.
- 138. Pierce TP, Elmallah RK, Jauregui JJ, Poola S, Mont MA, Delanois RE.**
A current review of non-vascularized bone grafting in osteonecrosis of the femoral head. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2015;8(3):240-5.
- 139. Ganz R, Buehler U.**
Overview of attempts to revitalize the dead head in aseptic necrosis of the femoral head--osteotomy and revascularization. *hip.* 1983;296-305.
- 140. Rosenwasser MP, Garino JP, Kiernan HA, Michelsen CB.**
Long term followup of thorough debridement and cancellous bone grafting of the femoral head for avascular necrosis. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;(306):17-27.
- 141. Meyers MH, Jones RE, Bucholz RW, Wenger DR.** Fresh autogenous grafts and osteochondral allografts for the treatment of segmental collapse in osteonecrosis of the hip. *Clin Orthop Relat Res.* 1983;(174):107-12.
- 142. Atilla B, Bakircioğlu S, Shope AJ, Parvizi J.**
Joint-preserving procedures for osteonecrosis of the femoral head. *EFORT open Rev.* 2019;4(12):647-58.

- 143. Hernigou P, Goutallier D.**
Reconstruction in Avascular Necrosis of the Spheric Geometrical Shape of the Femoral Head with Acrylic Cement. In: Bone Circulation and Bone Necrosis. Springer; 1990. p. 353-5.
- 144. HERNIGOU P, GOUTALLIER D.**
Reconstruction de la sphericite de la tete femorale des necroses par relevement du sequestre et comblement par du ciment (61 hanches avec un recul compris entre 2 et 5 ans). Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot. 1992;78(0001):213-4.
- 145. Hernigou P, Bachir D, Galacteros F.**
Avascular necrosis of the femoral head in sickle-cell disease. Treatment of collapse by the injection of acrylic cement. J Bone Joint Surg Br. 1993 Nov;75(6):875-80.
- 146. Petek D, Hannouche D, Suva D.**
Osteonecrosis of the femoral head: pathophysiology and current concepts of treatment. EFORT open Rev. 2019;4(3):85-97.
- 147. Lee Y-K, Lee B, Parvizi J, Ha Y-C, Koo K-H.**
Which osteotomy for osteonecrosis of the femoral head and which patient for the osteotomy? Clin Orthop Surg. 2019;11(2):137-41.
- 148. Nakashima Y, Yamamoto T, Fukushi J, Motomura G, Hamai S, Kohno Y, et al.**
Transtrochanteric rotational osteotomy for avascular necrosis of the femoral head after unstable slipped capital femoral epiphysis: 10-year clinical results. J Orthop Sci. 2016;21(6):831-5.
- 149. Sugioka Y.**
Transtrochanteric anterior rotational osteotomy of the femoral head in the treatment of osteonecrosis affecting the hip: a new osteotomy operation. Clin Orthop Relat Res. 1978;(130):191-201.
- 150. Sakano S, Hasegawa Y, Torii Y, Kawasaki M, Ishiguro N.**
Curved intertrochanteric varus osteotomy for osteonecrosis of the femoral head. J Bone Joint Surg Br [Internet]. 2004 Apr 1;86-B(3):359-65. Available from: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.86B3.14383>
- 151. Y G. T**
ech mise en place la cupule Vernon_luck dans la nécrose la tête fémoraleEditions Tech ;MédChir(paris- Fr Tech Chir Traumatol 44-660,1995,3P.
- 152. Siguier M, Siguier T, Brumpt B JT.**
Implant de resurfacage partiel M.S dans le traitement de l'ostéonécrose aseptique de la tête fémorale. Technique originale, à propos de 35 cas. In: Maîtrise orthopédique. 1999.
- 153. Cho YJ,**
Nam DC, Jung K. Arthroplasty in femoral head osteonecrosis. Hip Pelvis. 2014;26(2):65-73.
- 154. Xenakis TA, Beris AE, Malizos KK, Koukoubis T, Gelalis J, Soucacos PN.**
Total hip arthroplasty for avascular necrosis and degenerative osteoarthritis of the hip. Clin Orthop Relat Res. 1997;341:62-8.

- 155. Maniwa S, Nishikori T, Furukawa S, Kajitani K, Iwata A, Nishikawa U, et al.**
Evaluation of core decompression for early osteonecrosis of the femoral head. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2000;120(5-6):241-4.
- 156. Aigner N, Schneider W, Eberl V, Knahr K.**
Core decompression in early stages of femoral head osteonecrosis--an MRI-controlled study. *Int Orthop [Internet].* 2002;26(1):31-5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11954846>
- 157. Jawish R, Chamseddine A, Abou Sleiman P.**
[The core decompression of the femoral head for stage I idiopathic osteonecrosis]. *J Med Liban [Internet].* 2008;56(3):144-152. Available from: <http://europepmc.org/abstract/MED/18792551>
- 158. SHAHREZAEI M, NAVAB I, KESHTKARI S, KHATIBI A, MOTAGHI A, FARROKHI A.**
Efficacy of core decompression plus bone graft with minimal incision in 41 patients with osteonecrosis of the femoral head. *Int J Rheum Dis [Internet].* 2008 Sep 1;11(3):274-8. Available from: <https://doi.org/10.1111/j.1756-185X.2008.00362.x>
- 159. Zhang N, Li Z, Zhang X, Wang W.**
[Vascularized iliac bone grafting for avascular necrosis of the femoral head]. *Zhonghua Wai Ke Za Zhi.* 2003 Feb;41(2):125-9.
- 160. Houdek MT, Wyles CC, Collins MS, Howe BM, Terzic A, Behfar A, et al.**
Stem Cells Combined With Platelet-rich Plasma Effectively Treat Corticosteroid-induced Osteonecrosis of the Hip: A Prospective Study. *Clin Orthop Relat Res.* 2018 Feb;476(2):388-97.
- 161. Dean MT, Cabanela ME.**
Transtrochanteric anterior rotational osteotomy for avascular necrosis of the femoral head. Long-term results. *J Bone Joint Surg Br.* 1993 Jul;75(4):597-601.
- 162. Vahid Farahmandi M, Abbasian M, Safdari F, Emami Moghaddam Tehrani M.**
Midterm results of treating femoral head osteonecrosis with autogenous corticocancellous bone grafting. *Trauma Mon.* 2014 Nov;19(4):e17092.
- 163. Kang JS, Suh YJ, Moon KH, Park JS, Roh TH, Park MH, et al.**
Clinical efficiency of bone marrow mesenchymal stem cell implantation for osteonecrosis of the femoral head: a matched pair control study with simple core decompression. *Stem Cell Res Ther [Internet].* 2018 Oct 25;9(1):274. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30359323>
- 164. Tabatabaee RM, Saberi S, Parvizi J, Mortazavi SMJ, Farzan M.**
Combining concentrated autologous bone marrow stem cells injection with core decompression improves outcome for patients with early-stage osteonecrosis of the femoral head: a comparative study. *J Arthroplasty.* 2015;30(9):11-5.
- 165. Akman B, Güven M, Kadioğlu B, Özkan NK, Yonga Ö, Özturan B.**
A new modification of the Trapdoor Procedure without surgical hip dislocation in the management of patients with osteonecrosis of the femoral head: A retrospective case series. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2021 Aug;55(4):299-305.

- 166. Yuan P, Liu X, Du B, Sun G-Q, Wang X, Lin X-Y.**
Mid- to long-term results of modified avascular fibular grafting for ONFH. *J hip Preserv Surg* [Internet]. 2021 Oct 18;8(3):274-81. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35414946>
- 167. Yin S, Zhang C, Jin D, Chen S, Sun Y, Sheng J.**
Treatment of osteonecrosis of the femoral head in lymphoma patients by free vascularised fibular grafting. *Int Orthop* [Internet]. 2011;35(8):1125-30. Available from: <https://doi.org/10.1007/s00264-010-1031-7>
- 168. Xian H, Luo D, Wang L, Cheng W, Zhai W, Lian K, et al.**
Platelet-Rich Plasma-Incorporated Autologous Granular Bone Grafts Improve Outcomes of Post-Traumatic Osteonecrosis of the Femoral Head. *J Arthroplasty*. 2020 Feb;35(2):325-30.
- 169. Malizos KN, Papasoulis E, Dailiana ZH, Papatheodorou LK, Varitimidis SE.**
Early results of a novel technique using multiple small tantalum pegs for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Br* [Internet]. 2012 Feb 1;94-B(2):173-8. Available from: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.94B2.27287>
- 170. Gangji V, Rooze M, De Maertelaer V, Hauzeur J-P.**
Inefficacy of the cementation of femoral head collapse in glucocorticoid-induced osteonecrosis. *Int Orthop*. 2009 Jun;33(3):639-42.
- 171. Shiravani Brojeni S, Hesarikia H, Rahimnia A, Emami Meybodi MK, Rahimnia A.**
Treatment of Femoral Head Osteonecrosis (Stages 2B, 3 Ficat) Through Open Direct Core Decompression by Allograft Impaction and Light Bulb Technique. *Arch bone Jt Surg*. 2020 Sep;8(5):613-9.
- 172. Etemadifar M, Kooskzari M, Khalilollah N, Ali MK, Mahsa B.**
The results of core decompression treatment in patients with avascular necrosis of femoral head in patients at Isfahan City educational hospitals in 2010-2011. *Adv Biomed Res*. 2014;3:93.
- 173. Yoon TR, Abbas AA, Hur CI, Cho SG, Lee JH.**
Modified transtrochanteric rotational osteotomy for femoral head osteonecrosis. *Clin Orthop Relat Res*. 2008 May;466(5):1110-6.
- 174. Miyahara H de S, Rosa BB, Hirata FY, Gurgel H de MC, Ejnisman L, Vicente JRN.**
What is the role of core decompression in the early stages of osteonecrosis of the femoral head? Evaluation of the surgical result by functional score and radiological follow-up. *Rev Bras Ortop*. 2018;53(5):537-42.
- 175. Lee Young-Kyun Park Chan Ho HY-CKD-YLS-HKK-H.**
Comparison of Surgical Parameters and Results between Curved Varus Osteotomy and Rotational Osteotomy for Osteonecrosis of the Femoral Head. *cios* [Internet]. 2017;9(2):160-8. Available from: <http://www.e-sciencecentral.org/articles/?scid=1050465>
- 176. ALLACHE K, Mekhald A.**
INDICATIONS ET RESULTATS DU FORAGE BIOPSIQUE DANS LE TRAITEMENT DE L'OSTEONECROSE ASEPTIQUE D'ORIGINE NON TRAUMATIQUE DE LA TETE FEMORALE CHEZ L'ADULTE. 2019.

177. **Messoudi A El.**
Résultats de la technique de cimentoplastie dans le traitement de l'ostéonécrose de la tête fémorale. 2012.
178. **Markel DC, Miskovsky C, Sculco TP, Pellicci PM, Salvati EA.**
Core decompression for osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res.* 1996 Feb;(323):226-33.
179. **1D'Ambrosi R, Biancardi E, Massari G, Ragone V, Facchini RM**
Survival Analysis after Core Decompression in Association with Platelet-Rich Plasma, Mesenchymal Stem Cells, and Synthetic Bone Graft in Patients with Osteonecrosis of the Femoral Head. *Joints.* 2018 Mar;6(1):16-22.
180. **Karasuyama K, Motomura G, Ikemura S, Fukushi J, Hamai S, Sonoda K, et al.**
Risk factor analysis for postoperative complications requiring revision surgery after transtrochanteric rotational osteotomy for osteonecrosis of the femoral head. *J Orthop Surg Res* [Internet]. 2018;13(1):6. Available from: <https://doi.org/10.1186/s13018-018-0714-4>
181. **Gaskill TR, Urbaniak JR, Aldridge JM 3rd.**
Free vascularized fibular transfer for femoral head osteonecrosis: donor and graft site morbidity. *J Bone Joint Surg Am.* 2009 Aug;91(8):1861-7.
182. **Shaw KA, Mottern E, Parada SA, Burks R, Dumont G, Waterman BR, et al.**
Low Rate of Return to Impact Activity Following Core Decompression for Femoral Head AVN in Military Servicemembers. *Mil Med* [Internet]. 2019 Jan 1;184(1-2):e243-8. Available from: <https://doi.org/10.1093/milmed/usy163>
183. **Reuter N, Romier A, Hambourg Z, Palmieri F, Fayet D, Pallot-Prades B, et al.**
Cementoplasty in the treatment of avascular necrosis of the hip. *J Rheumatol.* 2009 Feb;36(2):385-9.
184. **Hasegawa Y, Sakano S, Iwase T, Iwasada S, Torii S, Iwata H.**
Pedicule bone grafting versus transtrochanteric rotational osteotomy for avascular necrosis of the femoral head. *J Bone Joint Surg Br* [Internet]. 2003 Mar 1;85-B(2):191-8. Available from: <https://doi.org/10.1302/0301-620X.85B2.13190>
185. **A Yaseen R.**
EVALUATION OF DIFFERENT MODALITIES OF SURGICAL TREATMENT FOR AVASCULAR NECROSIS OF THE FEMORAL HEAD IN BASRAH. *Basrah J Surg* [Internet]. 2012 Jun 28;18(1):8-19. Available from: https://bjsrg.uobasrah.edu.iq/article_54967.html
186. **Yen C-Y, Tu Y, Ma C-H, Yu S-W, Kao F-C, Lee MS-S.**
Osteonecrosis of the femoral head: comparison of clinical results for vascularized iliac and fibula bone grafting. *J Reconstr Microsurg.* 2006 Jan;22(1):21-4.
187. **Yoo M-C, Kim K-I, Hahn C-S, Parvizi J.**
Long-term followup of vascularized fibular grafting for femoral head necrosis. *Clin Orthop Relat Res.* 2008 May;466(5):1133-40.

188. **Martinot P, Dartus J, Justo A, Riouach H, Cremer P, Flouzat-Lachaniette C-H, et al.**
Does augmented core decompression decrease the rate of collapse and improve survival of femoral head avascular necrosis? Case-control study comparing 184 augmented core decompressions to 79 standard core decompressions with a minimum 2 years' follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2020 Dec;106(8):1561-8.
189. **Ha Y-C, Kim HJ, Kim S-Y, Kim K-C, Lee Y-K, Koo K-H**
. Effects of age and body mass index on the results of transtrochanteric rotational osteotomy for femoral head osteonecrosis: surgical technique. *J Bone Joint Surg Am.* 2011 Mar;93 Suppl 1:75-84.
190. **Chang Y, Hu C-C, Chen DW, Ueng SWN, Shih C-H, Lee MS.**
Local Cancellous Bone Grafting for Osteonecrosis of the Femoral Head. *Surg Innov* [Internet]. 2008 Dec 8;16(1):63-7. Available from: <https://doi.org/10.1177/1553350608330398>
191. **Neumayr LD, Aguilar C, Earles AN, Jergesen HE, Haberkern CM, Kammen BF, et al.**
Physical therapy alone compared with core decompression and physical therapy for femoral head osteonecrosis in sickle cell disease: results of a multicenter study at a mean of three years after treatment. *JBJS.* 2006;88(12):2573-82.
192. **Zhao D, Cui D, Wang B, Tian F, Guo L, Yang L, et al.**
Treatment of early stage osteonecrosis of the femoral head with autologous implantation of bone marrow-derived and cultured mesenchymal stem cells. *Bone.* 2012 Jan;50(1):325-30.
193. **Al Omran A.**
Multiple drilling compared with standard core decompression for avascular necrosis of the femoral head in sickle cell disease patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013 May;133(5):609-13.
194. **Yang P, Bian C, Huang X, Shi A, Wang C, Wang K.** Core decompression in combination with nano-hydroxyapatite/polyamide 66 rod for the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2013 Nov 19;134.
195. **Kang P, Pei F, Shen B, Zhou Z, Yang J.** Are the results of multiple drilling and alendronate for osteonecrosis of the femoral head better than those of multiple drilling? A pilot study. *Jt bone spine.* 2012 Jan;79(1):67-72.
196. **Tetik C, Başar H, Bezer M, Erol B, Ađir I, Esemenli T.** Comparison of early results of vascularized and non-vascularized fibular grafting in the treatment of osteonecrosis of the femoral head. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2011;45(5):326-34.
197. **Hsu JE, Wihbey T, Shah RP, Garino JP, Lee G-C.** Prophylactic decompression and bone grafting for small asymptomatic osteonecrotic lesions of the femoral head. *Hip Int J Clin Exp Res hip Pathol Ther.* 2011;21(6):672-7.
198. **Israelite C, Nelson CL, Ziarani CF, Abboud JA, Landa J, Steinberg ME.** Bilateral core decompression for osteonecrosis of the femoral head. *Clin Orthop Relat Res.* 2005 Dec;441:285-90.

- 199. Aggarwal AK, Poornalingam K, Jain A, Prakash M.**
Combining Platelet-Rich Plasma Instillation With Core Decompression Improves Functional Outcome and Delays Progression in Early-Stage Avascular Necrosis of Femoral Head: a 4.5- to 6-Year Prospective Randomized Comparative Study. *J Arthroplasty*. 2021 Jan;36(1):54-61.
- 200. Chen D-D, Lu C, Yuwen X, Li H-H, Wang Q-X, Yuan X-C, et al.**
[Platelet-rich plasma combined with core decompression and bone grafting in the treatment of non traumatic necrosis of femoral head in ARCO stage II]. *Zhongguo Gu Shang*. 2020 Nov;33(11):1048-52.



قسم الطب

أقسامها العظيمة

أنار أقباله في مهنتي.

وأنصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف

والأحوال بالذلا وسعيفيان قاذها من الهلاك والمرضى

والألم والقلق.

وأنأحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأنأكون عدلاً وامنوسائل رحمة الله،

بإدراك عايتي الطبية للقريب البعيد، للصالح والطالح، والصدوق والعدو.

وأنأثابر على طلب العلم، وأسخره لنفع الإنسانية لأداءه.

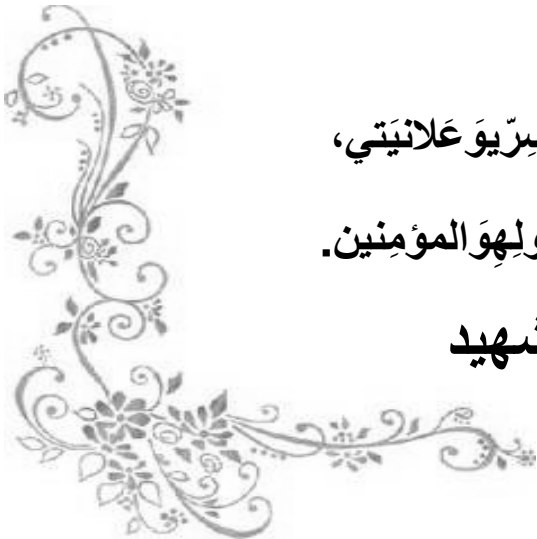
وأنأوقر من علمني، وأعلم من يصغرنى، وأكون أخ الكثر ملبياً لمهنة الطببة متعاونين على البر والت

قوى.

وأنتكون حياتي مصداقاً لآية نبي الله صلى الله عليه وسلم: «عَلَانِيَتِي،

نَقِيَّةٌ مِمَّا يَشِينَهَا تَجَاهَ الْهَوَى سَوْ لَهَا الْمُؤْمِنِينَ.

والله أعلم بما أقول وشهيد



أطروحة رقم 209

سنة 2022

العلاج الجراحي المحافظ لخررأس عظامالفخذ.

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2022/07/15

من طرف

السيد حمزة الشنشابي

المزداد ب 1995/07/12 باتزكان

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية:

تنخر العظم - حفر رأس الفخذ - التطعيم العظمي - العلاج المحافظ

اللجنة

الرئيس

ي.ناجب

السيد

أستاذ في جراحة العظام و المفاصل

المشرف

ع.عبقري

السيد

أستاذ في جراحة العظام و المفاصل

م.والي الإدريسي

السيدة

أستاذة في طب الأشعة

الحكام

م.ابنهيمه

السيد

أستاذ في جراحة العظام و المفاصل

أ.بلبشير

السيد

أستاذ في التشريح المرضي.