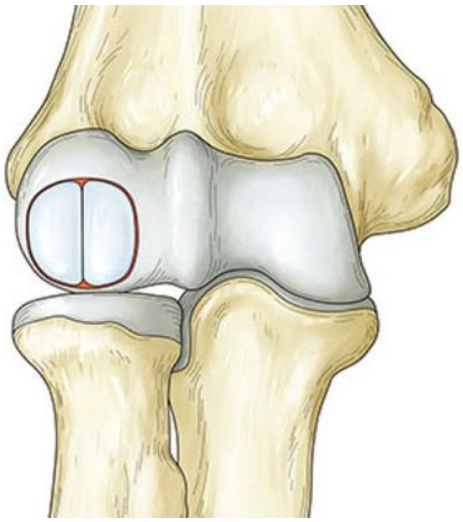
Ostéochondrite du coude traitée chirurgicalement par greffe du cartilage

-Revue de la littérature-

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme Inter-Universitaire

de chirurgie de l'épaule et du coude



Docteur Traian BACIU

Année universitaire 2021-2022

sous la direction du Professeur Laurent OBERT

Chef du service d'orthopédie du CHRU de BESANÇON

Table des Matières

Résumé……2

Introduction……3

Généralités concernant la maladie ……4

Technique chirurgicale ……6

Études de cas ……10

Méthodes……14

Résultats ……17

Discussion ……18

Conclusion……19

Annexes ……21

Références ……23

RÉSUMÉ

L'ostéochondrite disséquante du coude est une pathologie sévèrement invalidante du capitellum huméral affectant les jeunes athlètes, typiquement les joueurs de baseball et les gymnastes. Une option thérapeutique ayant gagné en popularité ces dernières années est la greffe ostéochondrale autologue (OAT), qui consiste à prélever un morceau de tissu ostéocartilagineux du patient de la forme exacte requise pour remplacer la partie endommagée du capitellum. Les chirurgiens disposent de plusieurs sites de prélèvement du greffon, comme l'olécrane, le condyle fémoral latéral et les côtes. Dans cette étude, nous avons cherché à examiner les résultats fonctionnels – mesurés par le score de Timmerman-Andrews (T&A) – de l'utilisation de greffons provenant de plusieurs sites, ainsi que toute autre différence notable entre les techniques. Un examen approfondi de la littérature disponible nous a fourni 10 études incluant un nombre variable de patients et décrivant les résultats fonctionnels de l'OAT en termes de score T&A, 8 utilisant des greffons du condyle fémoral (n=248), et 2 utilisant des greffons de côtes (n=98). L'analyse statistique des patients ayant bénéficié d'une greffe fémorale a montré une amélioration moyenne du score de 49,47±10,86, tandis que l'amélioration moyenne du score des patients ayant bénéficié d'une greffe de côtes était de 90,09±7,38. La comparaison des moyennes non appariées à l'aide du test de Student montre que cette différence est statistiquement significative, avec p=0,0012.

Mots-clés : ostéochondrite disséquante, coude, capitellum huméral, greffe ostéochondrale autologue, greffe de cartilage costal.

Remarques : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts et aucun financement n'a été perçu pour mener cette étude. Comme il s'agit d'une revue de la littérature, aucune autorisation de comité d'éthique n'est requise.

INTRODUCTION

L'ostéochondrite disséquante du capitellum de l'humérus se présente comme un tableau fonctionnel douloureux et invalidant dans l'articulation du coude des patients jeunes et sportifs [1].

Les causes précises n'en sont pas encore connues, mais la lésion est le plus souvent associée aux microtraumatismes répétés dus aux blessures de compression en valgus du cartilage articulaire capitulaire immature, ayant une incidence de 2,2/100 000 dans la population adolescente d'environ 12-16 ans [2].

Chez les enfants, la vascularisation du capitellum présente une architecture différente de celle des adultes du fait de la présence de la physe qui se comporte comme une barrière contre la prolifération vasculaire partant de la métaphyse vers l'épiphyse. L'os nécrotique sous-chondral ne peut pas supporter les charges, surtout dans le cas de certaines spécialités sportives de haut niveau comme la gymnastique, les sports de combat et le lancer. Il accumule des microfractures et finalement s'effrite [3].

Il est déjà connu qu'une fois nécrotique, une lésion sous-chondrale va évoluer naturellement vers la fracture du cartilage sus-jacent qui devient une source de corps libres. Par la suite, l'espace ainsi créé est rempli par un fibrocartilage, mais celui-ci n'arrive à restaurer ni la structure osseuse ni les propriétés de glissement et de compression du cartilage hyalin. Pour remplacer l'os et le cartilage manquant il faut une greffe ostéochondrale [3].

Traditionnellement, les options thérapeutiques ont été limitées aux anciennes méthodes comme le débridement ouvert ou arthroscopique, les microfractures, l'élimination des corps intra-articulaires libres et la fixation des fragments [4].

Cependant, ces dernières années, la greffe osseuse autologue ou allogène est devenue une approche plus populaire pour cette maladie. Dans ce rapport, nous examinerons en profondeur cette technique. Nous effectuerons une revue systématique de la littérature et une méta-analyse des données pertinentes, et nous présenterons deux études de cas inédites.

Il existe également plusieurs options en ce qui concerne le site de prélèvement des greffons. Les chirurgiens peuvent choisir de prélever des greffons sur la crête de l'olécrane, le condyle fémoral latéral et la côte (généralement la 5^{e} ou la 6^{e} côte [5]).

Notre intention est d'effectuer ici une analyse statistique qui nous permettra de fournir des données objectives sur les résultats de l'utilisation de chaque site de prélèvement afin de détecter d'éventuelles différences statistiques dans les résultats fonctionnels.

En particulier, nous avons l'intention d'effectuer une analyse suggérée par Maruyama, et. al. [4]. Dans leur conclusion ils ont souligné que « there is no comparative study of OAT [Osteochondral autograft transfer, greffe ostéochondrale autologue] from the knee and rib ».

Examinons d'abord cette maladie et la technique chirurgicale concernée, ainsi que les deux études de cas l'illustrant.

GÉNÉRALITÉS CONCERNANT LA MALADIE

Diagnostic de la maladie

Les patients chez qui l'on diagnostique une ostéochondrite disséquante présentent souvent une combinaison de douleurs dans l'articulation affectée, un œdème et/ou une zone sensible, des craquements ou un blocage de l'articulation, une faiblesse articulaire et une amplitude de mouvement réduite.

Lorsqu'ils sont confrontés à un cas suspect d'OCD, les orthopédistes demandent généralement une radiographie et une IRM du coude affecté. Dans certains cas, un scanner peut également être utile.

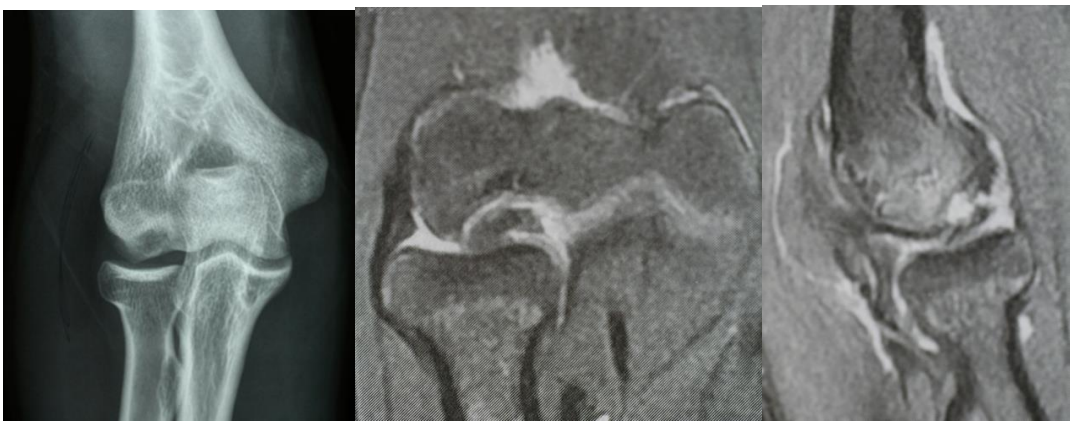


Figure 1. Présentation radiologique et aspect en IRM des lésions d'OCD. Images reproduites avec l'aimable autorisation du professeur Laurent Obert.

Quantification de la sévérité de la maladie et résultats fonctionnels

La sévérité d'une lésion d'OCD peut être bien caractérisée grâce aux examens d'imagerie diagnostique requis. Ces lésions peuvent aller d'une zone légèrement ramollie visible en radiographie à des morceaux complètement fragmentés du capitellum. Le système de classification couramment utilisé pour ce degré de sévérité est la classification des lésions d'OCD de la Société internationale de réparation des

cartilages (*International Cartilage Repair Society (ICRS) Classification of OCD Lesions*) [6]:

TABLEAU 1
Classification des lésions d'OCD
(*Classification of OCD Lesions*)
Société internationale de réparation des cartilages
(*International Cartilage Repair Society, ICRS*)

Classification	Observations
I	Stable, continu : zone assouplie couverte par du cartilage intact
II	Partiellement fissuré, stable à la palpation
III	Complètement fissuré, tissus morts, pas de dislocation
IV	Fragment déplacé, libre dans l'articulation, ou manquant

Tableau 1. Classification des lésions d'OCD. Adapté et traduit de Iwasaki et. coll (2006) [6].

Amplitude du mouvement : flexion et extension, amplitude totale de l'arc

Les patients atteints d'OCD présentent souvent des amplitudes de mouvement (range of motion, ROM) limitées dans le coude affecté. Il peut s'agir du degré de flexion, d'extension ou des deux. L'amplitude normale de mouvement, de la pleine extension à la pleine flexion, est généralement comprise entre 0º et 145º environ. L'amélioration de ce paramètre est rapportée de deux manières principales dans les études de cas cliniques : les comparaisons séparées de la flexion et de l'extension avant et après l'intervention chirurgicale, et la comparaison de l'amplitude totale de l'arc avant et après l'opération.

Scores fonctionnels

Divers scores cliniques ont été conçus pour quantifier le degré de sévérité de ces lésions [7]. Ils sont généralement utilisés pour mesurer les résultats de la chirurgie, en comparant les scores pré- et postopératoires. Trois scores principaux sont utilisés :

– le *Mayo Elbow Performance Score (MEPS)* mesure la fonction du coude dans quatre domaines : la douleur (45 points), la stabilité (10 points), l'amplitude des mouvements (20 points) et les activités fonctionnelles quotidiennes (25 points), et attribue un score final sur 100, un chiffre plus élevé reflétant une meilleure fonction ;

– le *Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand (DASH)* : Bien qu'il ne soit pas spécifique au coude, ce score est utilisé par certains médecins. Il s'agit d'un questionnaire autorempli en 30 points qui utilise une échelle de Likert en 5 points. On demande aux patients d'évaluer leur capacité à effectuer les activités mentionnées au

cours de la semaine écoulée, par exemple ouvrir un pot étanche ou un nouveau pot, les options étant : aucune difficulté (1), légère difficulté (2), difficulté modérée (3), difficulté sévère (4) et incapacité (5). Le score final est calculé sur 100. Plus le chiffre est élevé, plus le handicap est sévère ;

– le score de *Timmerman-Andrews (T&A)* : Ce score a été conçu spécifiquement pour les blessures post-traumatiques au coude des athlètes de lancer et est donc particulièrement important dans le cadre de l'OCD. Il comporte deux parties, une subjective et une objective, chacune sur 100 points. Le score global du T&A est donc sur 200. Plus il est élevé, moins le handicap est sévère.

Il existe également des scores moins connus, comme le *Oxford Elbow Score*, MOCART (*Magnetic Resonance Observation of Cartilage Repair Tissue*), le *Japanese Orthopaedic Association Score*, et le ASES (*American Shoulder and Elbow Surgeons Score*), entre autres [7].

Reprise du sport

Enfin, une autre façon populaire de mesurer le succès de la chirurgie est la reprise de l'activité sportive, en particulier le moment de la reprise. Ceci est logique puisqu'il s'agit d'une maladie touchant principalement les athlètes d'un certain niveau, notamment les joueurs de baseball (ce qui explique que la quasi-totalité des études que l'on trouve dans la littérature proviennent du Japon et des États-Unis) [8][9][10][11][12][13][14].

TECHNIQUE CHIRURGICALE

Dans la littérature, les greffes osseuses autologues portent plusieurs noms comme greffes ostéochondrales autologues, <<bone pegs>>, ou mosaïcplasties [1][9][15]. Ces techniques parlent en effet de la même idée, à savoir un prélèvement d'un ou plusieurs greffons prélevés sur d'autres sites du patient comportant de l'os et du cartilage sain, de leur façonnage et de leur greffe.

Le cartilage costal et ses possibilités :

Le cartilage costal peut être utilisé dans deux situations :

1) Pour combler un défaut (greffe de structure) créé par une ostéochondrite du coude.

Il s'agit de prélever un cube d'os, de cartilage ou encore d'os et de cartilage pour combler un espace créé par une ostéonécrose (dans le cas d'une destruction osseuse).

2) Le prélèvement uniquement du périchondre (et du périoste costal si nécessaire).

Cela permet de refaire une surface articulaire (plus importante qu'une ostéochondrite ou une nécrose) comme si on posait une nappe sur une table.

L'utilisation du périchondre est une technique ancienne, utilisée depuis le XIX^{e} siècle surtout dans les cas d'agénésie des condyles mandibulaires (Konig, 1896). Au niveau de la main et au poignet, les articulations interphalangiennes ont donné des résultats modestes, mais les résultats ont été excellents dans les cas de rhizarthrose (reconstruction du trapèze chez les patients jeunes), ainsi que dans l'arthrose radio-carpienne et le cal vicieux. Le périchondre costal a montré qu'il était en mesure de supporter des charges quand il était greffé au niveau du genou.

Le principe est que si on enlève l'os mais qu'on laisse en place le périchondre, l'os et le cartilage repousseront. La condition préalable pour la mise en œuvre de la technique est que la zone de souffrance ou de nécrose soit limitée et ne dépasse pas 1 cm^{3} (le volume possible de la greffe ostéochondrale). Le patient est positionné en position demi-assise (chaise-longue)

Prélèvement du cartilage costal (Figures 2 à 5)

Une incision cutanée arciforme, de 5-6 cm, centrée sur la côte, est effectuée pour permettre le prélèvement à la jonction (zone ostéocartilagineuse de la côte). Si les patients sont trop petits, il faut faire attention à ne pas descendre trop bas et à ne pas endommager le diaphragme.

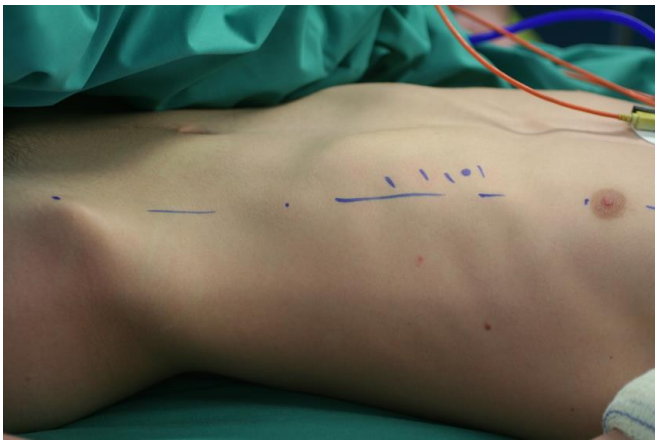


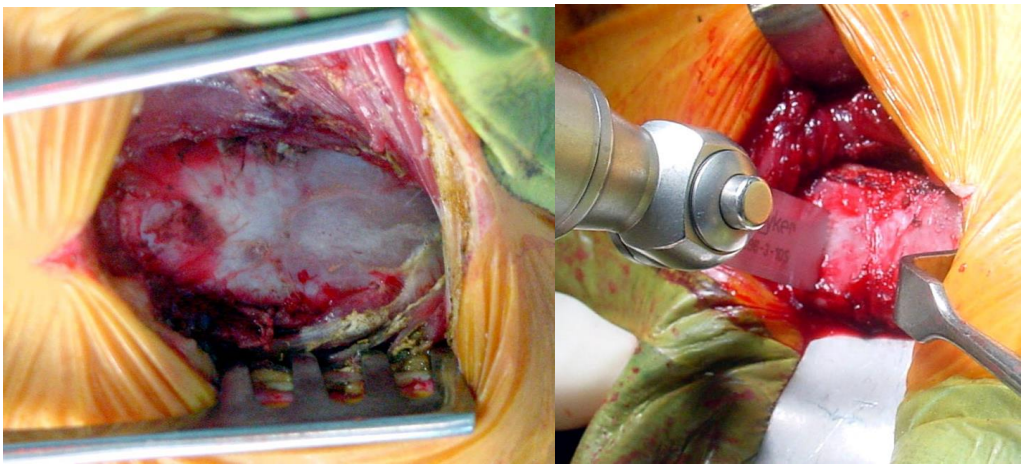
Figure 2. Repères pour le prélèvement. Sous le mamelon (pour les hommes et les femmes) au niveau de la 9^{e} côte dans la région la plus proéminente. Image reproduite avec l'aimable autorisation du professeur Laurent Obert.

Il faut ensuite continuer l'incision des muscles intercostaux au bistouri électrique, jusqu'au plateau costal.

Figure 3. La zone de prélèvement, la jonction os-cartilage. Image reproduite avec l'aimable autorisation du professeur Laurent Obert.

On arrive ensuite à la jonction os-cartilage, située approximativement sur la ligne entre le mamelon et l'épine iliaque antéro-supérieure légèrement médiale de celui-ci.

Ici, l'os se présente dur, d'une couleur rosé-grisâtre, et le cartilage est plus blanc, d'une consistance molle.



A B

Figure 4. (A) Jonction cartilage-os. (B) Section de la partie osseuse ou cartilagineuse. Images reproduites avec l'aimable autorisation du professeur Laurent Obert.

Il existe toujours un risque iatrogène de toucher la plèvre lors de la coupe à la scie à os (la face postérieure doit être protégée). Le cartilage peut être coupé au bistouri. On peut utiliser un costotome pour réaliser les coupes, mais c'est un instrument agressif.

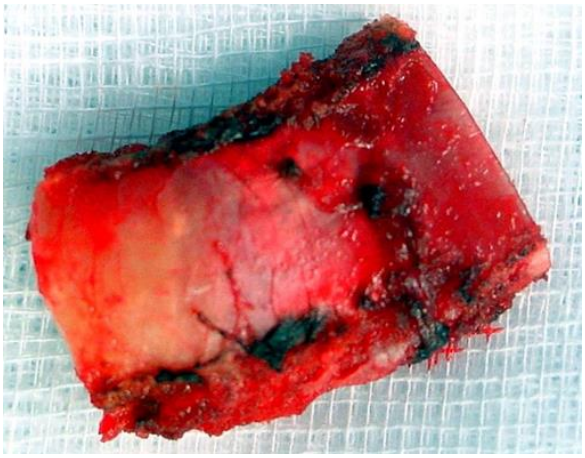


Figure 5. Le greffon après prélèvement (la zone cartilagineuse à gauche, t la zone osseuse à droite). Image reproduite avec l'aimable autorisation du professeur Laurent Obert.

Zone osseuse : dissection à la scie, section cartilagineuse. Prélèvement du greffon et vérification d'une éventuelle atteinte de la plèvre en demandant à l'anesthésiste de procéder à une hyperinflation des poumons. Pour cela, on injecte de l'eau dans la plaie et on demande à l'anesthésiste de procéder à l'hyperventilation pour vérifier l'éventuelle formation de bulles.

Préparation du site receveur et mise en place de la greffe (Figures 6 à 8)

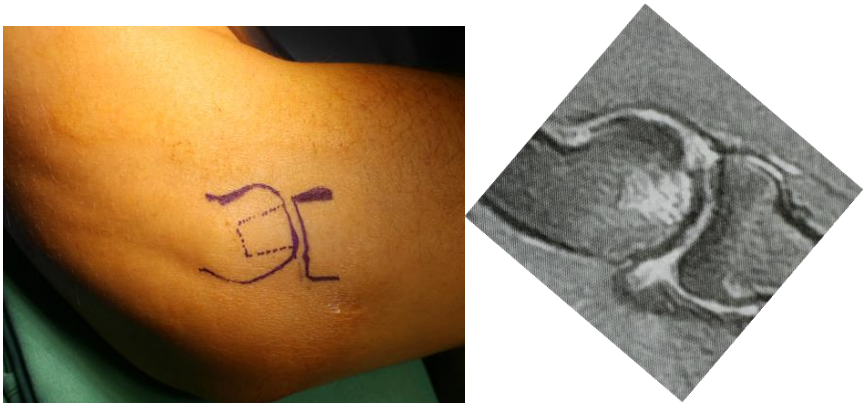


Figure 6. Superposition des structures anatomiques sur le relief cutané et aspect en IRM. Images reproduites avec l'aimable autorisation du professeur Laurent Obert.

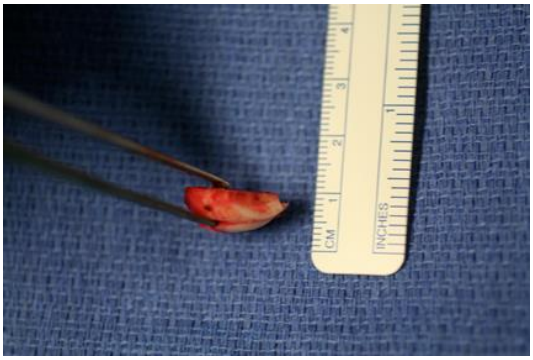
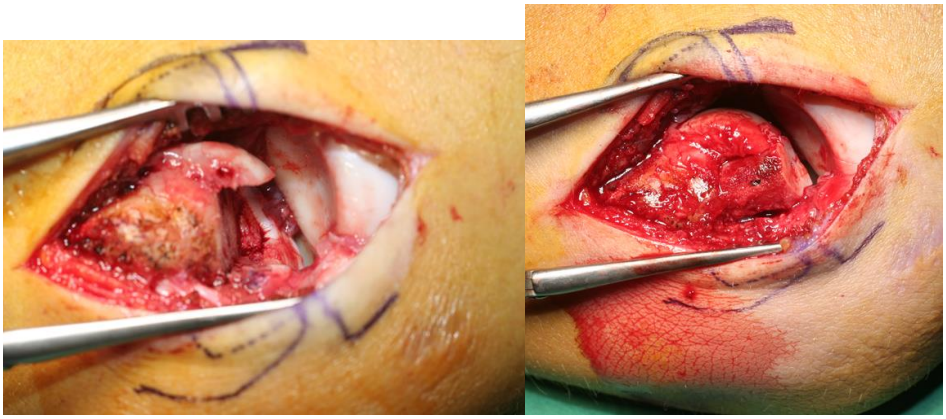


Figure 7. Ablation de la partie nécrotique du condyle. Image reproduite avec l'aimable autorisation du professeur Laurent Obert.



A B

Figure 8. (A) Régularisation de la zone de réception. (B) Comblement avec le greffon qui n'est visiblement pas saillant. Images reproduites avec l'aimable autorisation du professeur Laurent Obert.

Réhabilitation

Le coude est immobilisé dans une attelle en flexion à 90° avec une rotation neutre de l'avant-bras jusqu'à la première visite. On remplace alors l'attelle par une attelle articulée et le patient commence la rééducation, ciblée au départ sur la mobilisation assistée, passive et active, pendant 6 semaines. Les activités de lancer ainsi que les pompes sont interdites pour 3 mois, et les exercices répétitifs avec des poids lourds pour 4 mois.

La durée totale de récupération est d'environ 6-9 mois postopératoires [16].

ÉTUDES DE CAS

Nous avons eu deux cas d'ostéochondrite de stade IV, après échec de l'arthroscopie du coude, du débridement ou synovectomie, de l'ablation des corps libres (persistance de la douleur et fonction limitée)

Cas n° 1 (Figure 9)

Homme né en 1994, avec OC douloureuse, une EVA préopératoire à 8 sur 10, avec des douleurs au moindre mouvement et une raideur résistant aux soins médicaux.

Le patient présente un corps libre. Il a été opéré en 2012. Un suivi de 2 ans a montré une flexion/extension à 0º-150º, P/S 150º MEPS 98/100 QDASH=0 aucune plainte.

On peut voir sur la radiographie à 1 an post-opératoire que le greffon n'était pas encore complètement métaplasié. C'est un peu plus visible, mais il reste une zone cartilagineuse qui ne peut pas encore capter les rayons X.

A B

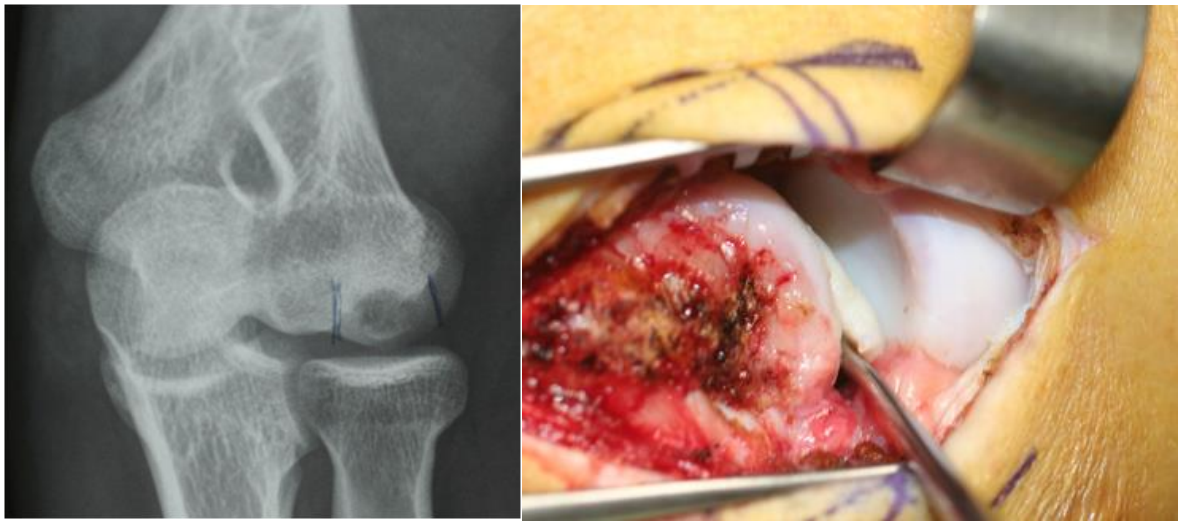
Figure 9. (A) Radiographie à 1 an. (B) Radiographie a 2 ans. Images reproduites avec l'aimable autorisation du professeur Laurent Obert.

Cas n° 2 (Figure 10 à 12)

Homme, né en 1996 avec OC douloureuse + raide, résistante aux traitements. Présence d'un corps libre. Il a été opéré en 2010. F/E 0-160º P/S 150º MEPS 97/100 QDASH=0. L'EVA préopératoire était de 8 sur 10, avec des douleurs au moindre mouvement. Aujourd'hui il n'exprime aucune plainte.

Ce patient présente une nécrose condylienne dans le cadre d'un lymphome traité par de fortes doses de chimiothérapie avec un traitement de cortisone à très haute dose.

Nous avons procédé à une excision complète de toute la zone de nécrose osseuse et nous avons mis une greffe OC, qui s'est avérée avoir d'excellents résultats fonctionnels.



A B

Figure 10. (A) La zone ostéonécrotique. (B) L'ablation de la zone nécrotique. Images reproduites avec l'aimable autorisation du professeur Laurent Obert.

Le contrôle à distance montre une bonne ostéointégration sur les radiographies et en IRM, ainsi qu'un bon résultat fonctionnel :

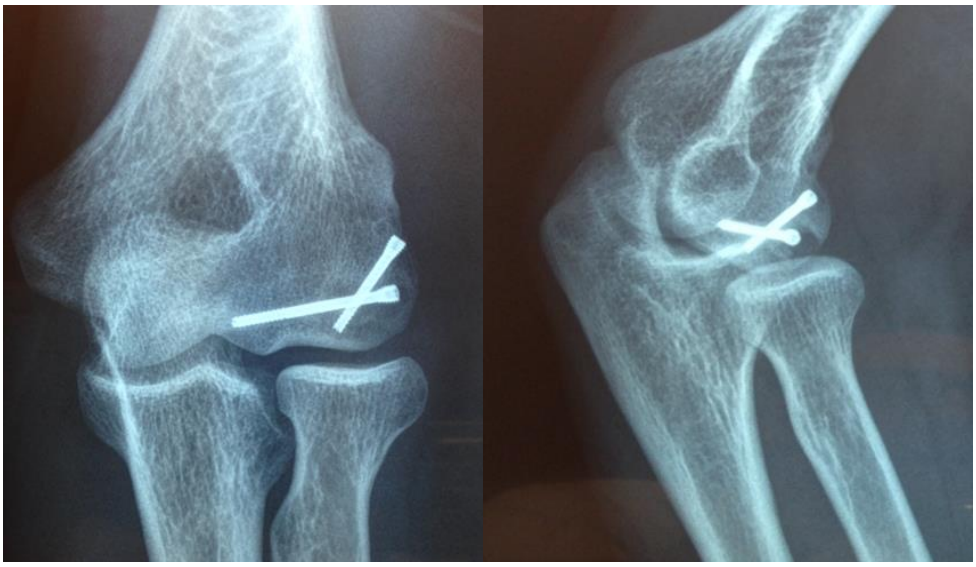


Figure 11. Contrôle radiologique à 6 ans. Images reproduites avec l'aimable autorisation du professeur Laurent Obert.

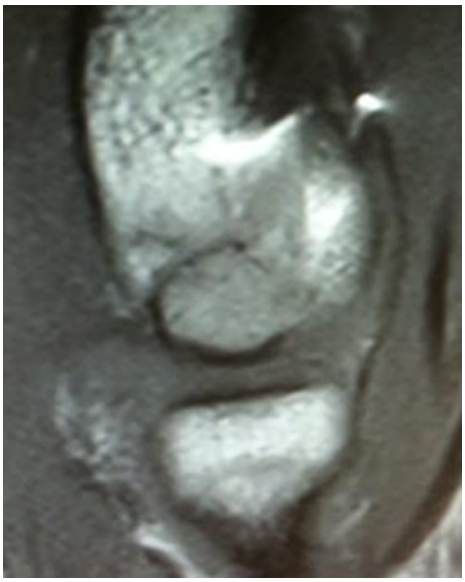


Figure 12. Contrôle IRM à 6 ans. Image reproduite avec l'aimable autorisation du professeur Laurent Obert.

Figure 13. Récupération fonctionnelle – extension et flexion à 5 ans. Images reproduites avec l'aimable autorisation du professeur Laurent Obert.

Dans le domaine des affections arthrosiques dégénératives et leurs arthroplasties, artificielles ou non, le succès est évalué par les résultats à long terme. Dans ce cas, le patient garde un bon fonctionnement du coude 5 ans après l'intervention malgré sa condition dégénérative.

Le cartilage costal n'est pas difficile à récolter. Les douleurs durables sont rares, le patient a environ 2 à 3 semaines de douleur post-opératoire, considérablement moins de temps que la douleur associée aux fractures des côtes. Si on ne prend que le périchondre, la douleur est encore plus faible.

MÉTHODES

Conception de l'étude

L'étude a été réalisée de manière rétrospective afin de comparer les scores fonctionnels des patients atteints d'ostéochondrite disséquante (OCD) traitée chirurgicalement par greffe de cartilage du patient lui-même (autogreffe).

Une recherche exhaustive de la littérature a été réalisée en mars 2022 sur PubMed, Medline, EMBASE et Scopus en utilisant des combinaisons algorithmiques (avec AND, OR) des expressions : « osteochondritis dissecans », « elbow », « capitellum », « capitulum », « humeral condyle », « cartilage graft », « bone peg », « autograft », « mosaicplasty ». 1514 articles ont été initialement obtenus en considérant les articles en anglais, français, roumain et espagnol et en excluant ceux dont le texte intégral était dans d'autres langues.

Après lecture des titres et/ou résumés ont été exclus : les publications concernant des articulations autres que le coude (p.ex., le genou), ou concernant la trochlée du coude, les publications vétérinaires, et les publications encore indisponibles en ligne en raison de leur ancienneté, n'ayant pas encore été scannés au format numérique.

Dans le même temps, tous les articles traitant de cette pathologie du coude ont été analysés pour vérifier leur pertinence, en excluant : les articles analysant la morbidité du site donneur, ceux dépistant les troubles du coude, ceux mentionnant l'OCD comme une complication d'autres pathologies, ceux se concentrant sur la quantification des résultats de l'imagerie diagnostique, les études de prévalence, les articles discutant de la physiopathologie moléculaire de l'OCD, ceux comparant la localisation des lésions et les articles évaluant la faisabilité du traitement par ultrasons.

Il nous restait donc un total de 99 articles ayant trait au traitement de l'ostéochondrite disséquante. Nous avons lu en détail chacun d'entre eux et beaucoup, même s'ils ne pouvaient être inclus dans la méta-analyse parce qu'il ne s'agissait pas d'études de cas ou de séries de cas, se sont révélés extrêmement instructifs et ont été choisis pour citation. À ce stade, les publications suivantes ont été exclues : les études sur des cadavres, les articles portant sur des approches de traitement non-opératoires, les commentaires éditoriaux et ceux portant exclusivement sur des approches chirurgicales traditionnelles et bien documentées telles que l'élimination arthroscopique des corps étrangers intra-articulaires, la fixation de fragments, les microfractures et le débridement arthroscopique. Les traitements chirurgicaux utilisant des allogreffes ont également été exclus à ce stade, ce qui a donné un total de 56 publications.

Quatre méta-analyses ou revues systématiques de la littérature [8][10][17][18] figuraient parmi elles, et nous avons examiné leurs listes de références pour nous assurer que nous avions bien inclus toutes les études pertinentes. Cela nous a permis de récupérer 7 autres publications pertinentes pour cette analyse.

Cette approche exhaustive nous a donc fourni 63 références finalement utilisées d'une manière ou d'une autre pour cette étude. Toutefois, en raison du nombre limité de mots, seuls les documents explicitement cités en dernier ressort sont présents dans la liste de références. Nous avons ensuite porté notre attention sur l'analyse des études de cas et des séries de cas afin de déterminer le type de technique(s) de greffe utilisée(s), le nombre de patients et les scores pré et postopératoires dans 28 articles candidats, représentant un total de 568 patients.

Choix des études à inclure dans la méta-analyse

Chaque article a été examiné pour vérifier s'il pouvait être inclus dans la méta-analyse. Dans ce type de revue de la littérature, le plus important est qu'une ou plusieurs variables pertinentes soient rapportées de manière homogène par les différentes études. Nous avons donc étudié les mesures effectuées avant et après l'opération dans chaque étude.

Nous avons constaté que les aspects fonctionnels les plus souvent pris en compte étaient l'amélioration de l'amplitude des mouvements et le score de Timmerman-Andrews. Malheureusement, la façon dont l'amélioration de l'amplitude des mouvements était rapportée par chaque étude était très hétérogène, ce qui rendait impossible une normalisation permettant une comparaison statistique précise. Nous avons ensuite identifié les 15 études qui avaient rapporté de manière fiable le score de Timmerman-Andrews en pré- et en postopératoire. Nous avons décidé d'exclure l'étude de Tsuda [19] en raison de la petite taille de l'échantillon (3 patients) et du manque de puissance statistique en découlant, ainsi que l'étude de Bae [20], car elle présentait les scores sous forme de médiane et d'écart interquartile, ce qui rendait difficile une comparaison fiable avec les autres études.

Il nous est donc resté 13 études pouvant être comparées de manière fiable dans une méta-analyse, représentant un total de 389 patients. Nous nous sommes ensuite concentrés sur notre question de recherche, à savoir l'amélioration fonctionnelle après des greffes osseuses provenant de différents sites. En particulier, nous voulions comparer les résultats de l'utilisation de greffons prélevés sur le condyle fémoral et ceux prélevés sur les côtes. Nous avons vérifié les sites de prélèvement pour chacune des études considérées et avons exclu deux études supplémentaires qui utilisaient des greffons prélevés sur l'olécrane, Maruyama [21] et Oshiba [9], car la taille de leurs échantillons était trop faible pour effectuer une analyse valable de ce site de

prélèvement. La sélection finale nous a laissé 11 études représentant un total de 368 patients : 3 études représentant 120 patients traités avec des greffes de côtes, et 8 études représentant 248 patients traités avec des greffes fémorales.

Traitement Statistique

Nous avons ensuite préparé les données pour la comparaison, en créant un tableau contenant les informations affinées, à savoir les scores de Timmerman-Andrews préopératoire et postopératoires (moyenne et écart-type) ainsi que leurs intervalles de confiance à 95 %, qui ont pu être facilement calculés en utilisant la taille de l'échantillon, la moyenne et l'écart-type [22], la différence moyenne entre les valeurs post- et préopératoire (et l'écart-type de cette différence) et le poids de chaque étude (Tableau 1).

Dans certaines de ces études (Maruyama [12], Sato [24], Shimada [25], Shimada [26]), les écarts-types des moyennes n'étaient pas fournis, mais on disposait au moins des fourchettes des données. En utilisant la règle statistique empirique « de la fourchette » (range rule of thumb), on peut estimer l'écart-type à un quart de la fourchette [23]. À titre d'exemple, Maruyama [12] présente un score T&A total préopératoire de 143 avec une fourchette allant de 100 à 170. Cette fourchette de 70 divisée par 4 donne un écart-type de 17,5, donc un score préopératoire final de 143±17,5. Une étude, Yamamoto [14], a fourni les données brutes mais n'a calculé ni la moyenne ni l'écart-type. Nous avons pu calculer les deux en utilisant les scores individuels.

Durant cette étape, nous avons malheureusement dû exclure l'une des études sur la greffe de greffons costaux, Nishinaka [27], car elle comportait les moyennes ni les écarts-types ni la fourchette. Nous disposons donc de 10 études au final représentant un total de 346 patients : 2 études représentant 98 patients traités avec des greffes de côte, et 8 études représentant 248 patients traités avec des greffes fémorales. Ces informations étaient nécessaires pour créer une représentation des données à l'aide d'un graphique en forêt, l'approche standard pour comparer deux cohortes de traitement différents dans le cadre d'une méta-analyse comme la nôtre [23]. Nous avons utilisé le logiciel SPSS Statistics v 28.0.1 pour effectuer l'analyse statistique. Le principal résultat attendu était de quantifier l'amélioration moyenne du score fonctionnel de Timmerman-Andrews après une intervention chirurgicale utilisant chaque technique.

Pour le graphique en forêt, nous avons d'abord dû calculer la différence entre les moyennes, une procédure simple, et déterminer son écart-type. Conformément aux instructions du manuel Cochrane [23], l'écart-type d'une différence entre des moyennes peut être déterminé à l'aide du calcul du coefficient de corrélation de Pearson (*Corr*) et des écarts-types des moyennes, au moyen de la formule :

$$SD_{E,change} = \sqrt{SD^2_{E,baseline} + SD^2_{E,final} - \left(2 \times Corr \times SD_{E,baseline} \times SD_{E,final}\right)}$$

Nous avons calculé un *Corr* (r) de 0,24 pour notre étude et utilisé la formule pour obtenir l'écart-type pour chaque différence de moyennes. Le résultat est une amélioration moyenne du score avec un écart-type correspondant pour chacune des études utilisables pour le graphique en forêt.

Enfin, nous avons calculé l'amélioration moyenne pondérée du score T&A pour chacun des deux groupes à des fins de comparaison. Nous avons choisi d'attribuer un poids en fonction de la taille de l'échantillon pour éviter de donner une importance excessive aux petites études.

RÉSULTATS

Les calculs décrits au-dessus ont révélé une amélioration moyenne pondérée du score de 49,47±10,86 pour les 248 patients de 8 études ayant reçu une greffe autologue venant du condyle fémoral et une amélioration moyenne pondérée du score de 90,09±7,38 pour les 98 patients de 2 études ayant reçu une greffe de côte. Nous avons utilisé le test de Student pour les échantillons non appariés afin de comparer les moyennes des deux groupes de traitement. ***La valeur p=0,0012*** signifie que la différence dans l'amélioration moyenne du score T&A en fonction du lieu de prélèvement du greffon est statistiquement significative (compte tenu d'un niveau de signification standard de 0,05), ce en faveur de la greffe de tissu provenant des côtes.

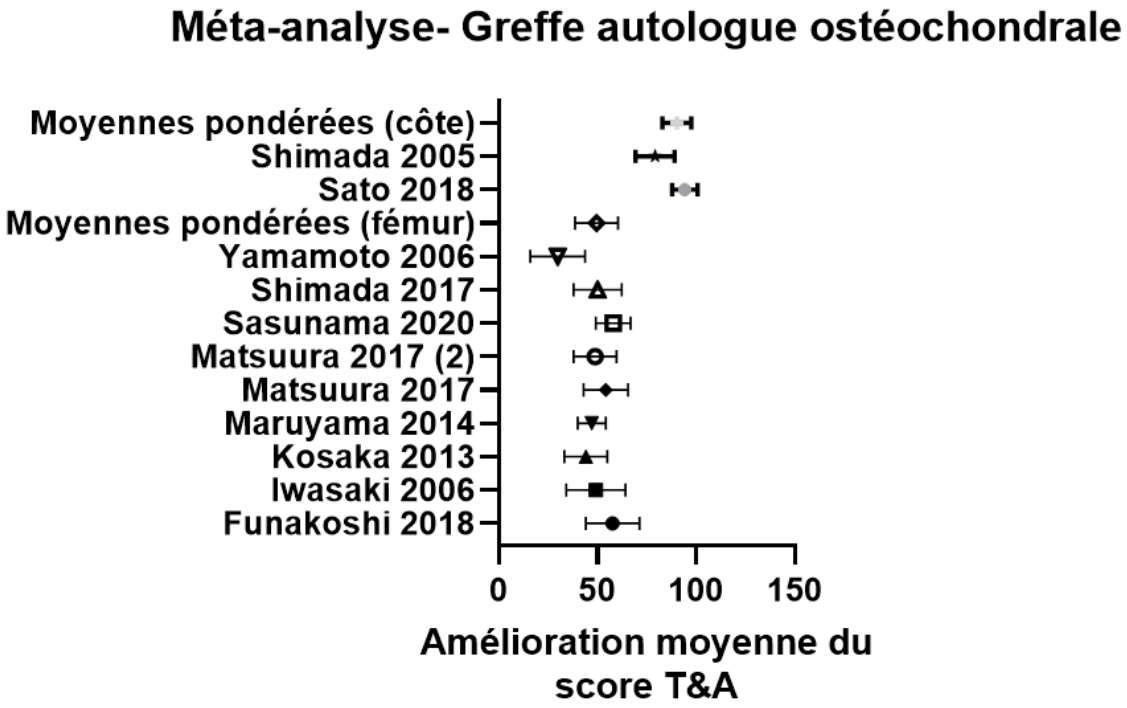


Figure 2. Graphique en forêt de l'amélioration moyenne du score de Timmerman-Andrews.

DISCUSSION

Comme il s'agit à notre connaissance de la première méta-analyse comparant ces deux sites de prélèvement de greffons dans le cadre de cette technique chirurgicale, nous ne sommes pas en mesure de comparer nos résultats à ceux de la littérature. Les points forts de notre étude sont l'homogénéité des études incluses (résultats mesurés à l'aide du même score), l'exhaustivité de l'analyse statistique et la taille raisonnable des échantillons pour chaque groupe de patients.

Toutefois, elle présente certaines limites. Bien que nous ayons essayé de minimiser les biais potentiels (sélection, mesure, confusion) en élargissant au maximum le champ de recherche d'études potentielles à inclure et en excluant les études comprenant de petits échantillons et celles rapportant des résultats mesurés avec des scores différents, ces types d'études partagent toutes une caractéristique importante qui pourrait conduire à un biais notable impossible à prendre en compte : le fait que les études de cas cliniques comme celles-ci ne sont souvent publiées que lorsque leurs résultats sont raisonnablement positifs. Il est peu probable qu'un échec de greffe ostéochondrale autologue soit publié, ce qui doit être un facteur important pour évaluer la validité de toute méta-analyse d'études de cas.

Outre les résultats fonctionnels fournis par les études examinées, un autre facteur important à prendre en compte lors de la comparaison des sites donneurs est l'impact sur la zone de prélèvement du greffon.

Chaque zone de prélèvement présente un potentiel distinct de complications. La première, et la plus couramment utilisée, est la partie non portante du condyle fémoral (parfois appelée simplement le genou dans la littérature). Les complications peuvent comprendre des fractures du condyle lors de l'utilisation de l'appareil de prélèvement, la formation d'hématomes et des douleurs postopératoires, une instabilité, une raideur et un blocage de l'articulation [28], ainsi que les complications inhérentes à toute intervention chirurgicale, comme les infections au site d'incision.

L'autre zone de prélèvement considérée ici est la 5^{e} ou 6^{e} jonction costale-ostéochondrale (souvent appelée greffe « costale » ou simplement « de côte »). Les complications entraînées par l'utilisation de ce site peuvent inclure des problèmes pulmonaires tels que la pneumonie et le pneumothorax, ainsi que celles inhérentes à toute intervention chirurgicale [5]. Ces affections pulmonaires sont toutefois très rares et ne surviennent qu'à la suite d'une mauvaise technique chirurgicale touchant la plèvre [24].

Une revue systématique et une méta-analyse de la morbidité du site donneur [Bexkens, 29] ont abordé cette question, en comparant les effets sur le site de prélèvement après une greffe autologue ostéochondrale avec des greffons provenant du condyle fémoral ou des côtes. Les auteurs ont examiné 11 études portant sur un total de 190 patients, 8 utilisant des greffes fémorales (n=128) et les 3 autres études utilisant des greffes de côte (62 patients). Bien qu'ils n'aient pas signalé de différences statistiquement significatives, une morbidité du site donneur a été signalée chez 10 des 128 patients recevant un greffon de genou (7,8 %), tandis que dans le groupe côte-coude, seul 1 des 62 patients (1,6 %) a signalé une complication (pneumothorax) [29].

Cette question reste donc ouverte et requiert davantage d'études avec des échantillons de plus grande taille afin d'examiner réellement si les complications post-chirurgicales sont plus graves lorsqu'on utilise un type de greffe ou un autre.

CONCLUSION

Malgré les limites de cette étude, le résultat statistiquement significatif obtenu est très intéressant et justifie une étude plus approfondie de la supériorité potentielle en termes d'amélioration fonctionnelle et de morbidité de la zone de prélèvement. Étant donné le nombre limité de séries de cas dans la littérature concernant les greffes de côtes, la meilleure façon de procéder serait de concevoir une étude prospective multicentrique à plus long terme dans laquelle les patients subissant une autogreffe ostéochondrale pour

une OCD du coude seraient randomisés en deux groupes, l'un recevant une greffe de côte et l'autre une greffe de condyle fémoral, en déterminant des critères d'inclusion et d'exclusion ainsi qu'une taille d'échantillon adéquats pour l'analyse statistique à réaliser. Cette étude permettrait un examen rigoureux des avantages et des inconvénients de chacune des procédures et devrait constituer la prochaine étape.

ANNEXES

Tableau 1. Données prises en compte dans la méta-analyse

Étude	Type de greffe	Prélèvement	#	T&A pré-op (moyenne ± ET)	Intervalle de confiance à 95 %	T&A post-op (moyenne ± ET)	Intervalle de confiance à 95 %	Différence moyenne	Poids
Funakoshi	mosaïcplastie (OAT)	fémur	22	132,3±32,5	132,3±13,581 (±10,3 %) [118,719-145,881]	189,8±15,5	189,8±6,477 (±3,4 %) [183,323-196,277]	57,5±13,57	0,0887
Iwasaki	mosaïcplastie (OAT)	fémur	8	134±18	134±12,473 (±9,3 %) [121,527-146,473]	183±17	183±11,780 (±6,4 %) [171,220-194,780]	49±14,96	0,0323
Kosaka	Vis + OAT	fémur	32	133±24	133±8,315 (±6,3 %) [124,685-141,315]	177±27	177±9,355 (±5,3 %) [167,645-186,355]	44±10,92	0,1290
Maruyama	OAT	fémur	33	143±17,5	143±5,971 (±4,2 %) [137,029-148,971]	190±16,25	190±5,544 (±2,9 %) [184,456-195,544]	47±7,10	0,1330
Matsuura	OAT-centrale	fémur	43	139,7±38,8	139,7±11,597 (±8,3 %) [128,103-151,297]	193,8±9,5	193,8±2,839 (±1,5 %) [190,961-196,639]	54,1±11,26	0,1733
Matsuura (2)	OAT-latérale	fémur	44	136,7±36,8	136,7±10,874 (±8,0 %) [125,826-147,574]	185,3±17,6	185,3±5,200 (±2,8 %) [180,100-190,500]	48,6±10,87	0,1774

Sasanuma	**OAT**	**fémur**	**32**	**131,1±25,7**	**131,1±8,904 (±6,8 %) [122,196-140,004]**	**189,0±11,2**	**189±3,881 (±2,1 %) [185,119-192,881]**	**57,9±8,81**	**0,1290**
Shimada	**OAT**	**fémur**	**16**	**136±22,5**	**136±11,025 (±8,1 %) [124,975-147,025]**	**186±17,5**	**186±8,575 (±4,6 %) [177,425-194,575]**	**50±12,24**	**0,0645**
Yamamoto	**OAT**	**fémur**	**18**	**150,83±23,75**	**150,83±10,972 (±7,3 %) [139,858-161,802]**	**180,55±25**	**180,55±11,549 (±6,4 %) [169,001-192,099]**	**29,72±13,88**	**0,0726**
							Total pour le fémur	**49,47±10,86**	
Sato	**OAT**	**côte**	**72**	**100,56±28,75**	**100,56±6,641 (±6,6 %) [93,919-107,201]**	**194,65±10**	**194,65±2,310 (±1,2 %) [192,340-196,960]**	**94,09±6,45**	**0,7347**
Shimada	**OAT**	**côte**	**26**	**111±25**	**111±9,610 (±8,7 %) [101,390-120,610]**	**190±15**	**190±5,766 (±3,0 %) [184,234-195,766]**	**79±9,94**	**0,2653**
							Total pour le côte	**90,09±7,38**	

RÉFERENCES

1. Ayzenberg, Mark, et al. “Outcomes of Osteochondral Autograft Transplantation in Pediatric Patients With Osteochondritis Dissecans of the Capitellum.” *The Journal of Hand Surgery*, vol. 46, no. 11, Nov. 2021, p. 1028.e1-1028.e15, https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2021.02.024.

2. Ophoven, Christian, et al. “Autologous Minced Cartilage Implantation for Arthroscopic One-Stage Treatment of Osteochondritis Dissecans of the Elbow.” *Arthroscopy Techniques*, vol. 11, no. 3, Mar. 2022, pp. e435–40, https://doi.org/10.1016/j.eats.2021.11.013.

3. Baker, Champ L., et al. “Osteochondritis Dissecans of the Capitellum.” *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, vol. 19, no. 2 Suppl, Mar. 2010, pp. 76–82, https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.11.058.

4. Maruyama, Masahiro, Masatoshi Takahara, and Hiroshi Satake. “Diagnosis and Treatment of Osteochondritis Dissecans of the Humeral Capitellum.” *Journal of Orthopaedic Science: Official Journal of the Japanese Orthopaedic Association*, vol. 23, no. 2, Mar. 2018, pp. 213–19, https://doi.org/10.1016/j.jos.2017.11.013.

5. Gao, Youshui, et al. “Autologous Costal Chondral Transplantation and Costa-Derived Chondrocyte Implantation: Emerging Surgical Techniques.” *Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease*, vol. 11, 2019, p. 1759720X19877131, https://doi.org/10.1177/1759720X19877131.

6. Iwasaki, Norimasa, Hiroyuki Kato, et al. “Autologous Osteochondral Mosaicplasty for Capitellar Osteochondritis Dissecans in Teenaged Patients.” *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 34, no. 8, Aug. 2006, pp. 1233–39, https://doi.org/10.1177/0363546506286343.

7. Freehill, MT, et al. “Outcomes Evaluation of the Athletic Elbow.” *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, vol. 22, no. 3, Sept. 2014, https://doi.org/10.1097/JSA.0000000000000032.

8. Cohen, Dan, et al. “A High Rate of Children and Adolescents Return to Sport after Surgical Treatment of Osteochondritis Dissecans of the Elbow: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, vol. 29, no. 12, Dec. 2021, pp. 4041–66, https://doi.org/10.1007/s00167-021-06489-9.

9. Oshiba, Hiroyuki, et al. “Results of Bone Peg Grafting for Capitellar Osteochondritis Dissecans in Adolescent Baseball Players.” *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 44, no. 12, Dec. 2016, pp. 3171–78, https://doi.org/10.1177/0363546516658038.

10. Kirsch, Jacob M., Jared R. Thomas, et al. “Return to Play After Osteochondral Autograft Transplantation of the Capitellum: A Systematic Review.” *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of*

North America and the International Arthroscopy Association, vol. 33, no. 7, July 2017, pp. 1412-1420.e1, https://doi.org/10.1016/j.arthro.2017.01.046.

11. Lyons, Matthew L., et al. “Osteochondral Autograft Plug Transfer for Treatment of Osteochondritis Dissecans of the Capitellum in Adolescent Athletes.” *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, vol. 24, no. 7, July 2015, pp. 1098–105, https://doi.org/10.1016/j.jse.2015.03.014.

12. Maruyama, Masahiro, Masatoshi Takahara, Mikio Harada, et al. “Outcomes of an Open Autologous Osteochondral Plug Graft for Capitellar Osteochondritis Dissecans: Time to Return to Sports.” *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 42, no. 9, Sept. 2014, pp. 2122–27, https://doi.org/10.1177/0363546514538759.

13. Sasanuma, Hideyuki, et al. “Satisfaction With Elbow Function and Return Status After Autologous Osteochondral Transplant for Capitellar Osteochondritis Dissecans in High School Baseball Players.” *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 48, no. 12, Oct. 2020, pp. 3057–65, https://doi.org/10.1177/0363546520952782.

14. Yamamoto, Yuji, et al. “Osteochondral Autograft Transplantation for Osteochondritis Dissecans of the Elbow in Juvenile Baseball Players: Minimum 2-Year Follow-Up.” *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 34, no. 5, May 2006, pp. 714–20, https://doi.org/10.1177/0363546505282620.

15. Funakoshi, Tadanao, et al. “Autologous Osteochondral Mosaicplasty for Centrally and Laterally Located, Advanced Capitellar Osteochondritis Dissecans in Teenage Athletes: Clinical Outcomes, Radiography, and Magnetic Resonance Imaging Findings.” *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 46, no. 8, July 2018, pp. 1943–51, https://doi.org/10.1177/0363546518768279.

16. Patel, Shiv P., et al. “Osteochondral Autograft Transfer for Capitellar Chondral and Osteochondral Defects.” *Arthroscopy Techniques*, vol. 9, no. 11, Nov. 2020, pp. e1727–30, https://doi.org/10.1016/j.eats.2020.07.022.

17. Kirsch, Jacob M., Jared Thomas, et al. “Current Concepts: Osteochondritis Dissecans of the Capitellum and the Role of Osteochondral Autograft Transplantation.” *Hand (New York, N.Y.)*, vol. 11, no. 4, Dec. 2016, pp. 396–402, https://doi.org/10.1177/1558944716643293.

18. Logli, Anthony L., Devin P. Leland, et al. “Capitellar Osteochondritis Dissecans Lesions of the Elbow: A Systematic Review of Osteochondral Graft Reconstruction Options.” *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, vol. 36, no. 6, June 2020, pp. 1747–64, https://doi.org/10.1016/j.arthro.2020.01.037.

19. Tsuda, Eiichi, et al. “Osteochondral Autograft Transplantation for Osteochondritis Dissecans of the Capitellum in Nonthrowing Athletes.” *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, vol. 21, no. 10, Oct. 2005, p. 1270, https://doi.org/10.1016/j.arthro.2005.06.006.

20. Bae, Donald S., et al. “Early Results of Single-Plug Autologous Osteochondral Grafting for Osteochondritis Dissecans of the Capitellum in Adolescents.” *Journal of Pediatric Orthopedics*, vol. 40, no. 2, Feb. 2020, pp. 78–85, https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001114.

21. Maruyama, Masahiro, Mikio Harada, et al. “Bone-Peg Grafting for Osteochondritis Dissecans of the Humeral Capitellum.” *Journal of Orthopaedic Surgery*, vol. 24, no. 1, Apr. 2016, pp. 51–56, https://doi.org/10.1177/230949901602400113.

22. Weir, C. J., Butcher, I., Assi, V., Lewis, S. C., Murray, G. D., Langhorne, P., & Brady, M. C. (2018). Dealing with missing standard deviation and mean values in meta-analysis of continuous outcomes: a systematic review. *BMC Medical Research Methodology*, *18*(1), 25. https://doi.org/10.1186/s12874-018-0483-0.

23. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. *Imputing standard deviations for changes from baseline.* 2011. Retrieved from: https://handbook-5-1.cochrane.org/chapter_16/16_1_3_2_imputing_standard_deviations_for_changes_from_baseline.htm

24. Sato, Kazuki, Takuji Iwamoto, et al. “Costal Osteochondral Autograft for Advanced Osteochondritis Dissecans of the Humeral Capitellum in Adolescent and Young Adult Athletes: Clinical Outcomes with a Mean Follow-up of 4.8 Years.” *JBJS*, vol. 100, no. 11, June 2018, pp. 903–913, https://doi.org/10.2106/JBJS.17.01035.

25. Shimada, Kozo, Ko Temporin, et al. “Anconeus Muscle-Pedicle Bone Graft With Periosteal Coverage for Osteochondritis Dissecans of the Humeral Capitellum.” *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, vol. 5, no. 9, Sept. 2017, p. 2325967117727531, https://doi.org/10.1177/2325967117727531.

26. Shimada, Kozo, Hiroyuki Tanaka, et al. “Cylindrical Costal Osteochondral Autograft for Reconstruction of Large Defects of the Capitellum Due to Osteochondritis Dissecans.” *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume.*, vol. 94, no. 11, June 2012, pp. 992–1002, https://doi.org/10.2106/JBJS.J.00228.

27. Nishinaka, Naoya, et al. “Costal Osteochondral Autograft for Reconstruction of Advanced-Stage Osteochondritis Dissecans of the Capitellum.” *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, vol. 23, no. 12, Dec. 2014, pp. 1888–97, https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.06.047.

28. Andrade, R., Vasta, S., Pereira, R. *et al.* Knee donor-site morbidity after mosaicplasty – a systematic review. *J EXP ORTOP* 3, 31 (2016). https://doi.org/10.1186/s40634-016-0066-0

29. Bexkens, Rens, et al. “Donor-Site Morbidity after Osteochondral Autologous Transplantation for Osteochondritis Dissecans of the Capitellum: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, vol. 25, no. 7, July 2017, pp. 2237–46, https://doi.org/10.1007/s00167-017-4516-8.

30. Kosaka, Masahiro, et al. “Outcomes and Failure Factors in Surgical Treatment for Osteochondritis Dissecans of the Capitellum.” *Journal of Pediatric Orthopedics*, vol. 33, no. 7, Nov. 2013, pp. 719–24, https://doi.org/10.1097/BPO.0b013e3182924662.

31. Matsuura, Takeshi, et al. “Comparison of Clinical and Radiographic Outcomes Between Central and Lateral Lesions After Osteochondral Autograft Transplantation for Osteochondritis Dissecans of the Humeral Capitellum.” *The American Journal of Sports Medicine*, vol. 45, no. 14, Dec. 2017, pp. 3331–39, https://doi.org/10.1177/0363546517730358.