



Disponible en ligne sur

**ScienceDirect**  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

**EM|consulte**  
www.em-consulte.com



Pratique professionnelle

## Optimisation préopératoire afin de prévenir les infections de prothèses articulaires

### *Preoperative patients' preparation in preventing peri-prosthetic joint infection*

Tristan Ferry<sup>a,b,c,d</sup>, Cécile Batailler<sup>b,c,e,\*</sup>, Marc Leone<sup>f</sup>, Alain-Charles Masquelet<sup>g</sup>, Jean Kany<sup>h</sup>, Emmanuel De Thomasson<sup>i</sup>, Sébastien Lustig<sup>b,c,e</sup>

<sup>a</sup> Service des maladies infectieuses et tropicales, hôpital de la Croix-Rousse, hospices civils de Lyon, 103, Grande rue de la Croix-Rousse, Lyon, France

<sup>b</sup> Université Claude-Bernard Lyon 1, 8, avenue Rockefeller, Lyon, France

<sup>c</sup> Centre interrégional de référence pour la prise en charge des infections ostéo-articulaires complexes (CRIOAc Lyon), hospices civils de Lyon, 103, Grande rue de la Croix-Rousse, Lyon, France

<sup>d</sup> CIRI-Centre international de recherche en infectiologie, Inserm, U1111, université Claude-Bernard Lyon 1, CNRS, UMR5308, école normale supérieure de Lyon, université Lyon, 69007 Lyon, France

<sup>e</sup> Service de chirurgie orthopédique, hôpital de la Croix-Rousse, hospices civils de Lyon, 103, Grande rue de la Croix-Rousse, Lyon, France

<sup>f</sup> Service d'anesthésie réanimation, hôpital Nord, AP-HM, AMU, 80, rue Brochier, Marseille, France

<sup>g</sup> Service de chirurgie orthopédique et traumatologique, hôpital Saint-Antoine, 184, rue du Faubourg Saint-Antoine, Paris, France

<sup>h</sup> Clinique de l'union, boulevard de Ratalens, 31240 Saint-Jean, France

<sup>i</sup> Institut mutualiste Montsouris, 42, boulevard Jourdan, 75014 Paris, France

#### INFO ARTICLE

Historique de l'article :

Reçu le 25 octobre 2021

Accepté le 24 mai 2022

Mots clés :

Infection ostéoarticulaire

Prothèse de hanche

Prothèse de genou

Facteurs de risque

Prévention

#### RÉSUMÉ

Au cours des dernières décennies, des progrès significatifs ont été réalisés dans la prévention de l'infection des prothèses articulaires, notamment dans la gestion de l'environnement et de l'antibioprophylaxie. Toutefois, une part significative du risque est liée au profil du patient, avec des facteurs de risque modifiables ou non. Basé sur la littérature récente, nous proposons les attitudes suivantes pour « optimiser » le patient avant la chirurgie et réduire le risque d'infection : (1) la réalisation d'un examen cyto bactériologique des urines préopératoires n'est pas nécessaire en l'absence de symptômes, en revanche le traitement d'une infection urinaire symptomatique est indispensable ; (2) les patients avec des foyers dentaires patents doivent être identifiés et pris en charge, car plus à risque d'infection de prothèse ; (3) une prise en charge nutritionnelle/endocrinologique doit être proposée aux patients obèses (indice de masse corporelle > 40 kg/m<sup>2</sup>), dénutris (albumine < 35 g/L), présentant un diabète mal équilibré (HbA1c > 7,5–8 %) ; (4) une prise en charge de l'anémie doit être évoquée, mais la supplémentation en fer n'est pas toujours efficace, et l'administration d'érythropoïétine est coûteuse ; (5) les biothérapies pour rhumatisme inflammatoire doivent être suspendues, avec un délai dernière injection – prothèse qui est spécifique à chaque molécule ; (6) l'arrêt du tabac est préconisé au moins quatre semaines avant la chirurgie ; (7) la recherche d'un portage nasal à *Staphylococcus aureus* ne doit pas être systématique, mais peut être proposée dans une stratégie de dépistage-décolonisation en cas de prothèse de révision, de tabagisme ou d'obésité ; (8) une décolonisation d'un portage nasal à *S. aureus* est à proposer systématiquement si le patient est connu porteur de *S. aureus* résistant à la méticilline, ou si un portage est authentifié ; (9) une recherche systématique d'un portage rectal à bactérie multirésistante (BMR) n'est pas nécessaire, mais l'application de précautions complémentaires d'hygiène de type contact lors du séjour chirurgical est à envisager pour les patients connus porteurs de BMR. Niveau de preuve : V, avis d'expert.

© 2022 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

### 1. Physiopathologie

Il existe différents mécanismes d'inoculation des prothèses articulaires : par voie hématogène, par contiguïté, et par inoculation directe au cours des procédures invasives. La voie hématogène,

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [cecile-batailler@hotmail.fr](mailto:cecile-batailler@hotmail.fr) (C. Batailler).

survient le plus souvent à distance de la pose de la prothèse, en lien avec un foyer infectieux pouvant être responsable de bactériémie cliniquement évidente ou occulte. L'infection de prothèse par contiguïté peut survenir au cours d'une dermohypodermite non nécrosante. Le dernier mécanisme d'inoculation est le plus fréquent, par inoculation directe pendant la période périopératoire, c'est-à-dire entre l'incision lors de la pose de la prothèse et la cicatrisation. L'optimisation du patient pour prévenir les infections de prothèse concerne avant tout, les mesures qui limitent le risque au cours de la période périopératoire.

## 2. Les facteurs de risque d'infection postopératoire liés au patient

L'optimisation du patient pour prévenir les infections de prothèse a pour but de réduire au maximum les facteurs de risque liés au patient [1]. À ce jour, de très nombreux facteurs de risque liés aux patients ont été identifiés, certains modifiables, d'autres non [2–6]. Dans les recommandations de bonne pratique de la Haute Autorité de santé de 2014 sur le diagnostic et la prise en charge de l'infection de prothèse de hanche ou de genou dans le mois suivant l'implantation, les facteurs de risque suivants ont été rapportés : score ASA (American Society of Anesthesiologists), diabète, obésité avec un index de masse corporelle (IMC) supérieur à 40 kg/m<sup>2</sup>, polyarthrite rhumatoïde, temps opératoire supérieur à 2,5 h, tabagisme actif, hématome postopératoire, délai entre une fracture et la pose de prothèse, cirrhose, traitement anticoagulant préopératoire avec un INR supérieur à 1,5 [4]. Depuis, de nombreux autres articles sont parus dans la littérature [7] et en 2018 les secondes recommandations internationales de l'*International Consensus Meeting* (ICM) ont été publiées [2,3,8]. Parmi les nombreux facteurs de risque identifiés, nous n'avons sélectionné que les facteurs de risque modifiables, pour lesquels une intervention est envisageable et proposée ou discutée dans les recommandations de l'ICM de 2018. Ces facteurs de risque sont les suivants : présence d'un foyer infectieux urinaire ou dentaire, présence de troubles nutritionnels ou endocrinologiques, présence d'une anémie, traitement par biothérapies pour une polyarthrite rhumatoïde ou un autre rhumatisme inflammatoire, tabagisme, portage nasal à *Staphylocoque aureus*, portage rectal à bactérie multirésistante (BMR). Pour chacun de ces facteurs de risque, nous proposons une attitude pragmatique de dépistage et d'optimisation de ces risques, basée sur les recommandations de l'ICM 2018, sa revue de la littérature, ainsi que l'expérience d'un panel d'experts.

Afin de calculer le risque d'infection postopératoire lors de la réalisation d'une arthroplastie, un modèle prédictif a d'ailleurs été développé en fonction de certains facteurs de risque, à l'aide de bases de données obtenues dans la population américaine (<https://icmphilly.com/ortho-applications/prosthetic-joint-infection-pji-risk-calculator/>). Ainsi un patient tabagique actif de sexe masculin dont l'IMC est à 35 kg/m<sup>2</sup>, et qui doit subir une révision de prothèse, a un risque d'infection postopératoire de 27,51 % [9].

### 2.1. ECBU préopératoire

Il n'est pas nécessaire de réaliser un examen cytobactériologique des urines (ECBU) en préopératoire en l'absence de symptômes évoquant une infection urinaire. En effet, il n'y a pas d'indication de traitement des bactériuries asymptomatiques. De même, d'éventuels signes de colonisation bactérienne urinaire tel que nitrites positifs ou leucocyturie sans infection symptomatique ne sont pas des indications de traitements antibiotiques. Un ECBU est en revanche à prévoir s'il existe des symptômes urinaires, car le traitement préopératoire d'une infection urinaire symptoma-

tique, comme tout autre foyer infectieux cliniquement évident, est indispensable. La chirurgie prothétique étant une chirurgie le plus souvent programmée, il pourrait être proposé une ordonnance anticipée, pour la réalisation d'un ECBU préopératoire si des symptômes évocateurs d'infection urinaire survenaient dans l'intervalle entre la programmation du geste et sa réalisation [2,10–12].

### 2.2. Hygiène dentaire

Les patients avec une mauvaise hygiène dentaire ou avec des foyers dentaires patents doivent être identifiés et pris en charge [13,14]. Six facteurs de risque ont été identifiés et aident à cibler les patients nécessitant une prise en charge : stupéfiants, tabac, absence de consultation dentaire dans les 12 mois, antécédents d'extraction, âge avancé, brossage dentaire moins d'une fois par jour [15]. Ils sont plus à risque d'infection de prothèse, même si l'inoculation hémotogène à partir d'un foyer dentaire est considéré comme un risque faible, avec une inoculation survenant potentiellement à distance de la période périopératoire [14]. Un avis auprès d'un chirurgien-dentiste est donc indispensable pour tous les patients, afin de proposer un traitement systématique des foyers infectieux patents avant l'arthroplastie [2,16–23]. Cette consultation doit être réalisée dans les 6 mois précédant la chirurgie, ou même dans les 24 mois selon certains auteurs [24].

### 2.3. Prise en charge nutritionnelle et endocrinologique préopératoire

Une prise en charge préopératoire nutritionnelle et endocrinologique est à proposer aux patients obèses, notamment si l'IMC est supérieur à 40 kg/m<sup>2</sup>, avec un objectif de réduction de l'IMC [2,25–34]. S'il existe un IMC inférieur à 18,5 kg/m<sup>2</sup> et/ou une dénutrition (albumine < 35 g/L), une prise en charge préopératoire nutritionnelle et endocrinologique est également à proposer [2,35–38]. Enfin les patients présentant un diabète non traité ou un diabète déséquilibré (HbA1c > 7,5 %–8 %) doivent pouvoir bénéficier d'une prise en charge endocrinologique préopératoire pour corriger l'hyperglycémie et diminuer le risque d'infection postopératoire [2,39–48].

### 2.4. Prise en charge d'une anémie préopératoire

L'anémie est un facteur de risque préopératoire d'infection de prothèse avec les seuils suivants : <13 g/dL chez l'homme, et <12 g/dL chez la femme [2,49–58]. Une prise en charge préopératoire de l'anémie doit être évoquée, mais la supplémentation en fer n'est pas toujours efficace, et l'administration préopératoire d'érythropoïétine est coûteuse [2,55,59–64].

### 2.5. Gestion des biothérapies et des traitements immunosuppresseurs

Les biothérapies et les traitements immunosuppresseurs peuvent être associés à un sur-risque d'infection postopératoire. Les biothérapies des patients présentant une polyarthrite rhumatoïde ou un autre rhumatisme inflammatoire doivent être suspendues, avec un délai entre la dernière injection et la pose de prothèse qui est spécifique à chaque molécule (Tableau 1). Une coordination est nécessaire avec le prescripteur des biothérapies pour les interrompre au *timing* adapté. Les immunosuppresseurs quant à eux sont généralement poursuivis [2,65–71].

### 2.6. Tabagisme actif

Le tabagisme actif est un facteur de risque d'infection postopératoire. L'arrêt du tabac est préconisé au moins quatre semaines avant

**Tableau 1**  
Gestion des biothérapies et des traitements immunosuppresseurs [65].

ARMM : poursuite de ces médicaments durant la chirurgie	Intervalle entre deux doses	Poursuivre/Différer le traitement
Methotrexate	Hebdomadaire	Poursuivre
Sulfasalazine	Une ou deux fois par jour	Poursuivre
Hydroxychloroquine	Une ou deux fois par jour	Poursuivre
Leflunomide (Arava)	Quotidien	Poursuivre
Doxycycline	Quotidien	Poursuivre
Biothérapies : arrêt de ces traitements avant la chirurgie et programmation de la chirurgie à la fin du cycle thérapeutique. Reprise du traitement au moins 14 jours après la chirurgie en l'absence de problèmes de cicatrisation, d'infection du site opératoire ou d'infection systémique.	Intervalle entre deux doses	Programmation de la chirurgie (liée à la dernière dose administrée)
Adalimumab (Humira) 40 mg	Toutes les 2 semaines	3 semaines
Etanercept (Enbrel) 50 mg ou 25 mg	Une ou deux fois par semaine	2 semaines
Golimumab (Simponi) 50 mg	Toutes les 4 (SC) ou 8 (IV) semaines	5 ou 9 semaines
Infliximab (Remicade) 3 mg/kg	Toutes les 4, 6 ou 8 semaines	5, 7 ou 9 semaines
Abatacept (Orencia) 500 mg ; IV 1000 mg ; SC 125 mg	Mensuel (IV) ou Hebdomadaire (SC)	5 ou 2 semaines
Rituximab (Rituxan) 1000 mg	Deux doses à 2 semaines d'intervalle tous les 4 à 6 mois	7 mois
Tocilizumab (Actemra) IV 4 mg/kg ; SC 162 mg	Hebdomadaire (SC) ou Mensuel (IV)	3 ou 5 semaines
Anakinra (Kineret) SC 100 mg	Quotidien	2 jours
Secukinumab (Cosentyx) 150 mg	Mensuel	5 semaines
Ustekinumab (Stelara) 45 mg	Toutes les 12 semaines	13 semaines
Belimumab (Benlysta) 10 mg/kg	Mensuel	5 semaines
Tofacitinib (Xeljanz) 5 mg : ARRET 7 jours avant la chirurgie	Une ou deux fois par jour	7 jours après la dernière dose
Traitements spécifiques du led severe : poursuite de ces médicaments durant la chirurgie	Intervalle entre deux doses	Poursuivre/Différer le traitement
Mycophenolate	Deux fois par semaine	Poursuivre
Azathioprine	Une ou deux fois par jour	Poursuivre
Cyclosporine	Deux fois par semaine	Poursuivre
Tacrolimus	Deux fois par semaine (IV et PO)	Poursuivre
Traitements spécifiques du led non severe : suspendre ces médicaments durant la chirurgie	Intervalle entre deux doses	Poursuivre/Différer le traitement
Mycophenolate	Deux fois par semaine	Différer
Azathioprine	Une ou deux fois par jour	Différer
Cyclosporine	Deux fois par semaine	Différer
Tacrolimus	Deux fois par semaine (IV et PO)	Poursuivre

ARMM : antirhumatismaux modificateurs de la maladie ; IV : intraveineux ; PO : per os ; SC : sous cutané.

la chirurgie prothétique. Une consommation non interrompue et importante pourrait représenter une contre-indication potentielle à l'arthroplastie [72–74].

## 2.7. Recherche d'un portage nasal à *S. aureus*

Dans la population générale, une personne sur trois est colonisée au niveau nasal par *S. aureus* [75]. Les personnes colonisées à *S. aureus* seraient plus à risque d'infections postopératoire à cette bactérie. Les patients s'infectent principalement avec la souche responsable du portage. Il se pose donc la question soit d'une stratégie d'éradication systématique avant toute arthroplastie avec la recherche systématique d'un portage nasal à *S. aureus* et un protocole d'éradication si ce dernier est positif, soit de n'envisager ni dépistage, ni décolonisation. Il existe une discordance entre les recommandations de la SF2H de 2013 [76] et les recommandations OMS de 2018 [77] à ce sujet.

La SF2H propose une approche pluridisciplinaire pour déterminer la place et les modalités du dépistage/décolonisation, et n'émet aucune recommandation sur la stratégie à utiliser. Les recommandations de l'OMS qui concernent la prévention des infections postopératoires proposent une stratégie de dépistage systématique, et d'éradication du portage en cas de culture positive à *S. aureus*. En effet, le risque d'infection de prothèse est 4 à 6 fois plus important en cas de portage à *S. aureus*. Ce risque est majoré en cas de révision de prothèse, de tabagisme et/ou d'obésité [2,3,8,78–81].

En l'absence de consensus sur la question, nous proposons une stratégie de recherche de portage puis d'éradication en cas de positivité dans ces populations où le sur-risque est important, à savoir lorsqu'il s'agit d'une révision de prothèse, et/ou si le patient est tabagique ou obèse. Cette stratégie concerne le portage à *S. aureus* résistant à la méticilline mais également à *S. aureus* sensible à la méticilline.

## 2.8. Décolonisation d'un portage nasal à *S. aureus*

On proposera une décolonisation d'un portage nasal à *S. aureus* si le patient est connu pour être porteur d'un *S. aureus* résistant à la méticilline (SARM ; prévalence faible en France, concerne surtout les patients institutionnalisés ou hémodialysés chroniques), ou si la recherche de portage, réalisée dans les populations à risque listées ci-dessus, met en évidence une colonisation à *S. aureus* [82]. Il peut être également proposer de décontaminer systématiquement les patients ayant des antécédents d'infections orthopédiques à *S. aureus* ou ayant un portage à *S. aureus* sensible à la méticilline. Les méthodes de décolonisation nasale proposées pourront s'appliquer au cours de la semaine qui précède la chirurgie, pour éviter une nouvelle colonisation. Elles comprennent la pommade à base de mupirocine à 2 % à mettre dans chaque narine, et une douche antiseptique quotidienne avec une solution de polyvidone iodée à 5 %, ou à base de chlorhexidine. Chaque méthode a ses propres avantages et inconvénients liés à l'efficacité prouvée, au

potentiel d'émergence d'une résistance bactérienne et à l'observance du patient [2,3,8,83–96].

### 2.9. Recherche d'un portage rectal par une bactérie multirésistante (BMR)

Il n'est pas conseillé de réaliser systématiquement la recherche d'un portage rectal par une BMR. Si le patient est connu porteur de BMR, un isolement contact doit être proposé lors du séjour chirurgical [77].

### 3. Conclusion

En conclusion, d'après les données de la littérature et l'avis d'un panel d'experts, il est proposé d'agir sur les facteurs de risque modifiables pour optimiser le patient et réduire au maximum son risque d'infection postopératoire :

- réalisation d'un ECBU préopératoire qu'en cas de symptômes (ordonnance anticipée) ;
- traitement de toute infection évidente en préopératoire (urinaires, dentaires) ;
- prise en charge nutritionnelle/endocrinologique si poids extrêmes, dénutrition, diabète non équilibré ;
- prise en charge une anémie préopératoire ;
- arrêt des biothérapies (délai selon le type de molécule) ;
- arrêt de l'intoxication tabagique ;
- décolonisation d'un portage connu à *S. aureus* résistant à la métiline ;
- recherche et décolonisation d'un portage à *S. aureus* si prothèse de révision et/ou facteurs de risque cumulés.

L'optimisation de ces différents facteurs n'est parfois pas toujours possible (notamment le poids extrêmes, l'arrêt des biothérapies, l'arrêt de l'intoxication tabagique). Dans ce cas, la balance bénéfices/risques doit être discutée au cas par cas entre chirurgien, anesthésiste, infectiologue et patient pour déterminer la meilleure prise en charge possible. Une intervention chirurgicale de pose d'une arthroplastie peut être contre indiquée si le risque infectieux est jugé trop élevé ou si le patient est *non compliant*. Une évaluation des risques et de cette balance bénéfice/risque peut être également discutée en réunion de concertation pluridisciplinaire d'infections ostéoarticulaires (RCP IOA) complexes.

### Déclaration de liens d'intérêts

T.F. : *honorarium as speaker* : Heraeus, SC pharmaceutical, Advanz Pharma. *Invitation to congress* : MSD, Pfizer, Menarini. *Research funding to university or hospital* : Heraeus, Contrafact, Debiopharm, MSD, and Atlangam.

C.B. : *institutional research support* to Lepine.

M.L. : *lecture for Aspen*, Amomed, Gilead.

A.C.M. : déclare ne pas avoir de liens d'intérêts.

J.K. : consultant for Mitek, Vims, and FH Orthopedics. Designer for FH Orthopedics.

E.D.T. : déclare ne pas avoir de liens d'intérêts.

S.L. : consultant for Stryker, Smith and Nephew, Heraeus, Depuy Synthes. *Institutional research support* to Lepine and Amplitude. *Editorial Board for Journal of Bone and Joint Surgery* (Am).

### Financement

Cette étude n'a reçu aucun financement spécifique d'une agence publique, commerciale ou à but non lucratif.

### Contribution des auteurs

T.F., S.L. : conception et design de l'étude, avis d'expert, rédaction du manuscrit.

C.B. : revue de la littérature et correction du manuscrit.

M.L., A.C.M., J.K., E.D.T. : revue de la littérature, avis d'expert et relecture du manuscrit.

### Références

- [1] Bauer T, Senneville E, Gehrke T. Is there still room for improvement in the diagnosis, treatment and prevention of bone and joint infection? *Orthop Traumatol Surg Res* 2021;107:102928.
- [2] Parvizi J, Gehrke T, Mont MA, Callaghan JJ. Introduction: proceedings of international consensus on orthopedic infections. *J Arthroplasty* 2019;34:S1–2.
- [3] Cizmiz Z, Feng JE, Huang R, Iorio R, Komnos G, Kunutsor SK, et al. Hip and knee section, prevention, host related: proceedings of international consensus on orthopedic infections. *J Arthroplasty* 2019;34:S255–70.
- [4] Ertel-Pau V, Bauer T, Ferry T. Prothèse de hanche ou de genou : diagnostic et prise en charge de l'infection dans le mois suivant l'implantation. In: (HAS) HAdS, editor. 2014. <https://www.has-sante.fr/plugin/ModuleXitiKLEE/types/FileDocument/doXiti.jsp?id=c.1732562>.
- [5] Faure PA, Putman S, Senneville E, Beltrand E, Behal H, Migaud H. Knee arthrodesis using a custom modular intramedullary nail in failed, infected knee arthroplasties: a concise follow-up note of 31 cases at a median of 13 years post-arthrodesis. *Orthop Traumatol Surg Res* 2021;107:102898.
- [6] Caron E, Gabrion A, Ehlinger M, Verdier N, Rubens-Duval B, Neri T, et al. Complications and failures of non-tumoral hinged total knee arthroplasty in primary and aseptic revision surgery: a review of 290 cases. *Orthop Traumatol Surg Res* 2021;107:102875.
- [7] Marmor S, Kerroumi Y. Patient-specific risk factors for infection in arthroplasty procedure. *Orthop Traumatol Surg Res* 2016;102:S113–9.
- [8] Aboltins CA, Antoci V, Bhattacharyya S, Cross M, Ducheyne P, Freiberg AA, et al. Hip and knee section, prevention, prosthesis factors: proceedings of international consensus on orthopedic infections. *J Arthroplasty* 2019;34:S309–20.
- [9] Tan TL, Maltenfort MG, Chen AF, Shahi A, Higuera CA, Siqueira M, et al. Development and evaluation of a preoperative risk calculator for periprosthetic joint infection following total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2018;100:777–85.
- [10] Cordero-Ampuero J, Gonzalez-Fernandez E, Martinez-Velez D, Esteban J. Are antibiotics necessary in hip arthroplasty with asymptomatic bacteriuria? Seeing risk with/without treatment. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471:3822–9.
- [11] Gou W, Chen J, Jia Y, Wang Y. Preoperative asymptomatic leucocyturia and early prosthetic joint infections in patients undergoing joint arthroplasty. *J Arthroplasty* 2014;29:473–6.
- [12] Honkanen M, Jansen E, Karpelin M, Huttunen R, Huhtala H, Eskelinen A, et al. The impact of preoperative bacteriuria on the risk of periprosthetic joint infection after primary knee or hip replacement: a retrospective study with a 1-year follow up. *Clin Microbiol Infect* 2018;24:376–80.
- [13] Legout L, Beltrand E, Migaud H, Senneville E. Antibiotic prophylaxis to reduce the risk of joint implant contamination during dental surgery seems unnecessary. *Orthop Traumatol Surg Res* 2012;98:910–4.
- [14] Barrere S, Reina N, Peters OA, Rapp L, Vergnes JN, Maret D. Dental assessment prior to orthopedic surgery: a systematic review. *Orthop Traumatol Surg Res* 2019;105:761–72.
- [15] Tokarski AT, Patel RG, Parvizi J, Deirmengian GK. Dental clearance prior to elective arthroplasty may not be needed for everyone. *J Arthroplasty* 2014;29:1729–32.
- [16] Mougeot FK, Saunders SE, Brennan MT, Lockhart PB. Associations between bacteremia from oral sources and distant-site infections: tooth brushing versus single tooth extraction. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2015;119:430–5.
- [17] Crasta K, Daly CG, Mitchell D, Curtis B, Stewart D, Heitz-Mayfield LJ. Bacteraemia due to dental flossing. *J Clin Periodontol* 2009;36:323–32.
- [18] Berbari EF, Osmon DR, Carr A, Hanssen AD, Baddour LM, Greene D, et al. Dental procedures as risk factors for prosthetic hip or knee infection: a hospital-based prospective case-control study. *Clin Infect Dis* 2010;50:8–16.
- [19] Skaar DD, O'Connor H, Hodges JS, Michalowicz BS. Dental procedures and subsequent prosthetic joint infections: findings from the medicare current beneficiary survey. *J Am Dent Assoc* 2011;142:1343–51.
- [20] Kao FC, Hsu YC, Chen WH, Lin JN, Lo YY, Tu YK. Prosthetic joint infection following invasive dental procedures and antibiotic prophylaxis in patients with hip or knee arthroplasty. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2017;38:154–61.
- [21] Lampley A, Huang RC, Arnold WV, Parvizi J. Total joint arthroplasty: should patients have preoperative dental clearance? *J Arthroplasty* 2014;29:1087–90.
- [22] Tomas I, Diz P, Tobias A, Scully C, Donos N. Periodontal health status and bacteraemia from daily oral activities: systematic review/meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2012;39:213–28.
- [23] Barrington JW, Barrington TA. What is the true incidence of dental pathology in the total joint arthroplasty population? *J Arthroplasty* 2011;26:88–91.
- [24] Fee PA, Riley P, Worthington HV, Clarkson JE, Boyers D, Beirne PV. Recall intervals for oral health in primary care patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2020;10:CD004346.

- [25] D'Apuzzo MR, Novicoff WM, Browne JA. The John Insall award: morbid obesity independently impacts complications, mortality, and resource use after TKA. *Clin Orthop Relat Res* 2015;473:57–63.
- [26] Wagner ER, Kamath AF, Fruth KM, Harmsen WS, Berry DJ. Effect of body mass index on complications and reoperations after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2016;98:169–79.
- [27] Werner BC, Evans CL, Carothers JT, Browne JA. Primary total knee arthroplasty in super-obese patients: dramatically higher postoperative complication rates even compared to revision surgery. *J Arthroplasty* 2015;30:849–53.
- [28] Wagner ER, Kamath AF, Fruth K, Harmsen WS, Berry DJ. Effect of body mass index on reoperation and complications after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2016;98:2052–60.
- [29] Shohat N, Fleischman A, Tarabichi M, Tan TL, Parvizi J. Weighing in on body mass index and infection after total joint arthroplasty: is there evidence for a body mass index threshold? *Clin Orthop Relat Res* 2018;476:1964–9.
- [30] Meller MM, Toossi N, Gonzalez MH, Son MS, Lau EC, Johanson N. Surgical risks and costs of care are greater in patients who are super obese and undergoing THA. *Clin Orthop Relat Res* 2016;474:2472–81.
- [31] Martin JR, Watts CD, Taunton MJ. Bariatric surgery does not improve outcomes in patients undergoing primary total knee arthroplasty. *Bone Joint J* 2015;97:1501–5.
- [32] Smith TO, Aboelmagd T, Hing CB, MacGregor A. Does bariatric surgery prior to total hip or knee arthroplasty reduce post-operative complications and improve clinical outcomes for obese patients? Systematic review and meta-analysis. *Bone Joint J* 2016;98:1160–6.
- [33] Zmistowski B, Karam JA, Durinka JB, Casper DS, Parvizi J. Periprosthetic joint infection increases the risk of one-year mortality. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95:2177–84.
- [34] Kerkhoffs GM, Servien E, Dunn W, Dahm D, Bramer JA, Haverkamp D. The influence of obesity on the complication rate and outcome of total knee arthroplasty: a meta-analysis and systematic literature review. *J Bone Joint Surg Am* 2012;94:1839–44.
- [35] Flegal KM, Kit BK, Graubard BI. Body mass index categories in observational studies of weight and risk of death. *Am J Epidemiol* 2014;180:288–96.
- [36] Manrique J, Chen AF, Gomez MM, Maltenfort MG, Hozack WJ. Surgical site infection and transfusion rates are higher in underweight total knee arthroplasty patients. *Arthroplast Today* 2017;3:57–60.
- [37] Alfonso DT, Howell RD, Caceres G, Kozlowski P, Di Cesare PE. Total hip arthroplasty in the underweight. *J Arthroplasty* 2008;23:956–9.
- [38] Flegal KM, Graubard BI, Williamson DF, Gail MH. Excess deaths associated with underweight, overweight, and obesity. *JAMA* 2005;293:1861–7.
- [39] Cancienne JM, Werner BC, Browne JA. Is There an association between hemoglobin a1c and deep postoperative infection after TKA? *Clin Orthop Relat Res* 2017;475:1642–9.
- [40] Cancienne JM, Werner BC, Browne JA. Is there a threshold value of hemoglobin A1c that predicts risk of infection following primary total hip arthroplasty? *J Arthroplasty* 2017;32:S236–40.
- [41] Chrastil J, Anderson MB, Stevens V, Anand R, Peters CL, Pelt CE. Is hemoglobin A1c or perioperative hyperglycemia predictive of periprosthetic joint infection or death following primary total joint arthroplasty? *J Arthroplasty* 2015;30:1197–202.
- [42] Maradit Kremers H, Lewallen LW, Mabry TM, Berry DJ, Berbari EF, Osmon DR. Diabetes mellitus, hyperglycemia, hemoglobin A1C and the risk of prosthetic joint infections in total hip and knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2015;30:439–43.
- [43] Han HS, Kang SB. Relations between long-term glycemic control and postoperative wound and infectious complications after total knee arthroplasty in type 2 diabetics. *Clin Orthop Surg* 2013;5:118–23.
- [44] Hwang JS, Kim SJ, Bamne AB, Na YG, Kim TK. Do glycemic markers predict occurrence of complications after total knee arthroplasty in patients with diabetes? *Clin Orthop Relat Res* 2015;473:1726–31.
- [45] Stryker LS, Abdel MP, Morrey ME, Morrow MM, Kor DJ, Morrey BF. Elevated postoperative blood glucose and preoperative hemoglobin A1C are associated with increased wound complications following total joint arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2013;95 [808–14, S1–2].
- [46] Tarabichi M, Shohat N, Kheir MM, Adelani M, Brigati D, Kearns SM, et al. Determining the threshold for HbA1c as a predictor for adverse outcomes after total joint arthroplasty: a multicenter, retrospective study. *J Arthroplasty* 2017;32 [S263–S7 e1].
- [47] Yang L, Sun Y, Li G, Liu J. Is hemoglobin A1c and perioperative hyperglycemia predictive of periprosthetic joint infection following total joint arthroplasty? A systematic review and meta-analysis. *Medicine (Baltimore)* 2017;96:e8805.
- [48] Shohat N, Muhsen K, Gilat R, Rondon AJ, Chen AF, Parvizi J. Inadequate glycemic control is associated with increased surgical site infection in total joint arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *J Arthroplasty* 2018;33 [2312–21 e3].
- [49] Greenky M, Gandhi K, Pulido L, Restrepo C, Parvizi J. Preoperative anemia in total joint arthroplasty: is it associated with periprosthetic joint infection? *Clin Orthop Relat Res* 2012;470:2695–701.
- [50] Guinn NR, Guercio JR, Hopkins TJ, Grimsley A, Kurian DJ, Jimenez MI, et al. How do we develop and implement a preoperative anemia clinic designed to improve perioperative outcomes and reduce cost? *Transfusion* 2016;56:297–303.
- [51] Hart A, Khalil JA, Carli A, Huk O, Zukor D, Antoniou J. Blood transfusion in primary total hip and knee arthroplasty. Incidence, risk factors, and thirty-day complication rates. *J Bone Joint Surg Am* 2014;96:1945–51.
- [52] Lu M, Sing DC, Kuo AC, Hansen EN. Preoperative anemia independently predicts 30-day complications after aseptic and septic revision total joint arthroplasty. *J Arthroplasty* 2017;32:S197–201.
- [53] Munoz M, Acheson AG, Auerbach M, Besser M, Habler O, Kehlet H, et al. International consensus statement on the perioperative management of anaemia and iron deficiency. *Anaesthesia* 2017;72:233–47.
- [54] Viola J, Gomez MM, Restrepo C, Maltenfort MG, Parvizi J. Preoperative anemia increases postoperative complications and mortality following total joint arthroplasty. *J Arthroplasty* 2015;30:846–8.
- [55] Zhang S, Huang Q, Xu B, Ma J, Cao G, Pei F. Effectiveness and safety of an optimized blood management program in total hip and knee arthroplasty: a large, single-center, retrospective study. *Medicine (Baltimore)* 2018;97:e9429.
- [56] Klement MR, Peres-Da-Silva A, Nickel BT, Green CL, Wellman SS, Attarian DE, et al. What Should define preoperative anemia in primary THA? *Clin Orthop Relat Res* 2017;475:2683–91.
- [57] Maempel JF, Wickramasinghe NR, Clement ND, Brenkel IJ, Walmsley PJ. The pre-operative levels of haemoglobin in the blood can be used to predict the risk of allogenic blood transfusion after total knee arthroplasty. *Bone Joint J* 2016;98-B:490–7.
- [58] Everhart JS, Sojka JH, Mayerson JL, Glassman AH, Scharschmidt TJ. Perioperative allogeneic red blood-cell transfusion associated with surgical site infection after total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2018;100:288–94.
- [59] Nørgaard A. Preoperative optimisation of haemoglobin. *Rigshospitalet, Copenhagen: International Society for Blood Transfusion*; 2018 <https://www.isbtweb.org/isbt-working-parties/clinical-transfusion/resources/patient-blood-management-resources/3-pre-operative-optimisation-of-haemoglobin.html>.
- [60] Litton E, Xiao J, Ho KM. Safety and efficacy of intravenous iron therapy in reducing requirement for allogeneic blood transfusion: systematic review and meta-analysis of randomised clinical trials. *BMJ* 2013;347:f4822.
- [61] So-Osman C, Nelissen RG, Koopman-van Gemert AW, Kluyster E, Poll RG, Onstenk R, et al. Patient blood management in elective total hip- and knee-replacement surgery (Part 1): a randomized controlled trial on erythropoietin and blood salvage as transfusion alternatives using a restrictive transfusion policy in erythropoietin-eligible patients. *Anesthesiology* 2014;120:839–51.
- [62] Weber EW, Slappendel R, Hemon Y, Mahler S, Dalen T, Rouwet E, et al. Effects of epoetin alfa on blood transfusions and postoperative recovery in orthopaedic surgery: the European epoetin alfa surgery trial (EEST). *Eur J Anaesthesiol* 2005;22:249–57.
- [63] Alsaleh K, Alotaibi GS, Almodaimegh HS, Aleem AA, Kourouk CT. The use of preoperative erythropoiesis-stimulating agents (ESAs) in patients who underwent knee or hip arthroplasty: a meta-analysis of randomized clinical trials. *J Arthroplasty* 2013;28:1463–72.
- [64] Bedair H, Yang J, Dwyer MK, McCarthy JC. Preoperative erythropoietin alpha reduces postoperative transfusions in THA and TKA but may not be cost-effective. *Clin Orthop Relat Res* 2015;473:590–6.
- [65] Goodman SM, Springer B, Guyatt G, Abdel MP, Dasa V, George M, et al. 2017 American college of rheumatology/American association of hip and knee surgeons guideline for the perioperative management of anti-rheumatic medication in patients with rheumatic diseases undergoing elective total hip or total knee arthroplasty. *J Arthroplasty* 2017;32:2628–38.
- [66] Lin JA, Liao CC, Lee YJ, Wu CH, Huang WQ, Chen TL. Adverse outcomes after major surgery in patients with systemic lupus erythematosus: a nationwide population-based study. *Ann Rheum Dis* 2014;73:1646–51.
- [67] Ravi B, Croxford R, Hollands S, Paterson JM, Bogoch E, Kreder H, et al. Increased risk of complications following total joint arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheumatol* 2014;66:254–63.
- [68] Singh JA, Inacio MC, Namba RS, Paxton EW. Rheumatoid arthritis is associated with higher ninety-day hospital readmission rates compared to osteoarthritis after hip or knee arthroplasty: a cohort study. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2015;67:718–24.
- [69] Cordtz RL, Zobbe K, Hojgaard P, Kristensen LE, Overgaard S, Odgaard A, et al. Predictors of revision, prosthetic joint infection and mortality following total hip or total knee arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis: a nationwide cohort study using Danish healthcare registers. *Ann Rheum Dis* 2018;77:281–8.
- [70] George MD, Baker JF, Hsu JY, Wu Q, Xie F, Chen L, et al. Perioperative timing of infliximab and the risk of serious infection after elective hip and knee arthroplasty. *Arthritis Care Res (Hoboken)* 2017;69:1845–54.
- [71] Salt E, Wiggins AT, Rayens MK, Morris BJ, Mannino D, Hoellein A, et al. Moderating effects of immunosuppressive medications and risk factors for post-operative joint infection following total joint arthroplasty in patients with rheumatoid arthritis or osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum* 2017;46:423–9.
- [72] Pulido L, Ghanem E, Joshi A, Purtill JJ, Parvizi J. Periprosthetic joint infection: the incidence, timing, and predisposing factors. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:1710–5.
- [73] Duchman KR, Gao Y, Pugely AJ, Martin CT, Noiseux NO, Callaghan JJ. The effect of smoking on short-term complications following total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2015;97:1049–58.
- [74] Moller AM, Pedersen T, Villebro N, Munksgaard A. Effect of smoking on early complications after elective orthopaedic surgery. *J Bone Joint Surg Br* 2003;85:178–81.
- [75] Sakr A, Bregeon F, Mege JL, Rolain JM, Blin O. *Staphylococcus aureus* nasal colonization: an update on mechanisms, epidemiology, risk factors, and subsequent infections. *Front Microbiol* 2018;9:2419.
- [76] Aho-Glélé LS, Lepelletier D. Gestion préopératoire du risque infectieux. Mise à jour de la conférence de consensus. *Rev Off Soc Fr Hyg Hosp* 2013:XXI.

- [77] Organization WH. Global guidelines for the prevention of surgical site infection. 2018.
- [78] Tandon T, Tadros BJ, Akehurst H, Avasthi A, Hill R, Rao M. Risk of surgical site infection in elective hip and knee replacements after confirmed eradication of MRSA in chronic carriers. *J Arthroplasty* 2017;32:3711–7.
- [79] Maoz G, Phillips M, Bosco J, Slover J, Stachel A, Inneh I, et al. The Otto Aufranc award: modifiable versus nonmodifiable risk factors for infection after hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2015;473:453–9.
- [80] Hacek DM, Robb WJ, Paule SM, Kudrna JC, Stamos VP, Peterson LR. *S. aureus* nasal decolonization in joint replacement surgery reduces infection. *Clin Orthop Relat Res* 2008;466:1349–55.
- [81] Schweizer M, Perencevich E, McDanel J, Carson J, Formanek M, Hafner J, et al. Effectiveness of a bundled intervention of decolonization and prophylaxis to decrease Gram positive surgical site infections after cardiac or orthopedic surgery: systematic review and meta-analysis. *BMJ* 2013;346:f2743.
- [82] Bouyer B, Arvieu R, Gerlinger MP, Watier L, Kassis N, Nerome S, et al. Individual decontamination measures reduce by two the incidence of surgical site infections in spinal surgery. *Orthop Traumatol Surg Res* 2020;106:1175–81.
- [83] Chen AF, Heyl AE, Xu PZ, Rao N, Klatt BA. Preoperative decolonization effective at reducing staphylococcal colonization in total joint arthroplasty patients. *J Arthroplasty* 2013;28:18–20.
- [84] Sousa RJ, Barreira PM, Leite PT, Santos AC, Ramos MH, Oliveira AF. Preoperative *S. aureus* screening/decolonization protocol before total joint arthroplasty—results of a small prospective randomized Trial. *J Arthroplasty* 2016;31:234–9.
- [85] Weiser MC, Moucha CS. The current state of screening and decolonization for the prevention of *S. aureus* surgical site infection after total hip and knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am* 2015;97:1449–58.
- [86] Lucet JC, Regnier B. Screening and decolonization: does methicillin-susceptible *S. aureus* hold lessons for methicillin-resistant *S. aureus*? *Clin Infect Dis* 2010;51:585–90.
- [87] Bebko SP, Green DM, Awad SS. Effect of a preoperative decontamination protocol on surgical site infections in patients undergoing elective orthopedic surgery with hardware implantation. *JAMA Surg* 2015;150:390–5.
- [88] Goyal N, Miller A, Tripathi M, Parvizi J. Methicillin-resistant *S. aureus* (MRSA): colonisation and preoperative screening. *Bone Joint J* 2013;95:4–9.
- [89] Hadley S, Immerman I, Hutzler L, Slover J, Bosco J. *S. aureus* decolonization protocol decreases surgical site infections for total joint replacement. *Arthritis* 2010;2010:924518.
- [90] Schweizer ML, Chiang HY, Septimus E, Moody J, Braun B, Hafner J, et al. Association of a bundled intervention with surgical site infections among patients undergoing cardiac, hip, or knee surgery. *JAMA* 2015;313:2162–71.
- [91] Stambough JB, Nam D, Warren DK, Keeney JA, Clohisey JC, Barrack RL, et al. Decreased hospital costs and surgical site infection incidence with a universal decolonization protocol in primary total joint arthroplasty. *J Arthroplasty* 2017;32 [728–34 e1].
- [92] Sporer SM, Rogers T, Abella L. Methicillin-resistant and methicillin-sensitive *S. aureus* screening and decolonization to reduce surgical site infection in elective total joint arthroplasty. *J Arthroplasty* 2016;31:144–7.
- [93] Ramos N, Stachel A, Phillips M, Vigdorichik J, Slover J, Bosco JA. Prior staphylococcus aureus nasal colonization: a risk factor for surgical site infections following decolonization. *J Am Acad Orthop Surg* 2016;24:880–5.
- [94] Parvizi J, Shohat N, Gehrke T. Prevention of periprosthetic joint infection: new guidelines. *Bone Joint J* 2017;99:3–10.
- [95] Anderson MJ, David ML, Scholz M, Bull SJ, Morse D, Hulse-Stevens M, et al. Efficacy of skin and nasal povidone-iodine preparation against mupirocin-resistant methicillin-resistant *S. aureus* and *S. aureus* within the anterior nares. *Antimicrob Agents Chemother* 2015;59:2765–73.
- [96] Schlett CD, Millar EV, Crawford KB, Cui T, Lanier JB, Tribble DR, et al. Prevalence of chlorhexidine-resistant methicillin-resistant *S. aureus* following prolonged exposure. *Antimicrob Agents Chemother* 2014;58:4404–10.