Pratique clinique

Fractures de fatigue chez les femmes militaires

L. BIALÉ[(1)], A. URVOAS[(2)], L. VALBOUSQUET[(3)], L. GIRAUD[(4)]

(1) Hôpital National d'Instruction des Armées Bégin, Service de Rhumatologie, Saint-Mandé
(2) 16e Centre Médical des Armées, 190e Antenne Médicale, Lanester
(3) Hôpital National d'Instruction des Armées Percy, Service d'Imagerie Médicale, Clamart
(4) 2e Centre Médical des Armées, 69e Antenne Médicale, Académie Militaire de la Gendarmerie Nationale, Melun

Auteur correspondant : lisa.biale@ssa.mssante.fr

Open access DOI
10.17184/eac.9209

Reçu
le 24/05/2024

Accepté
le 19/08/2024

Publié
le 5 mars 2025

Conflit d'intérêt
Les auteurs ne déclarent pas de conflit d'intérêt.

Résumé :
Les fractures de fatigue représentent une part importante des blessures chez les militaires, de même que chez les athlètes. Dans l'armée, leur incidence augmente en particulier lors des périodes de formation initiale.
L'impact opérationnel de ces fractures est majeur, puisqu'elles sont responsables d'arrêts maladie prolongés et d'une impotence fonctionnelle de plusieurs semaines. Elles touchent le tibia dans la majorité des cas, mais certaines localisations, telles que le fémur ou le pelvis, doivent être diagnostiquées rapidement en raison du risque de complication.
Ce cas clinique de fractures de fatigue multiples chez une recrue de la gendarmerie illustre que les femmes militaires sont préférentiellement touchées, alors que le diagnostic est plus tardif chez elles. L'imagerie, notamment l'IRM, permet de confirmer le diagnostic. Un bilan recherchant au minimum une carence martiale en calcium et/ou en vitamine D doit être réalisé. Le traitement dépend de la localisation de la fracture et repose en général sur une mise au repos, voire en décharge, du membre atteint, pour une durée variable de quatre à huit semaines, avec une reprise progressive des activités physiques en charge. La prévention de ce type fréquent de blessure nécessite des mesures d'adaptation de l'entraînement sportif, telles que la modification de la fréquence des séances, la progressivité d'intensité, notamment lors des périodes de formation initiale, la variation du type d'activités sportives et le respect des temps de récupération. Chez les femmes militaires, un interrogatoire poussé permet de dépister la triade de l'athlète, qui associe faible disponibilité énergétique (déficit énergétique avec ou sans troubles des conduites alimentaires), troubles du cycle menstruel et mauvaise santé osseuse.

Mots-clés : Fracture de fatigue. Militaire. Triade de l'athlète féminin. Médecine d'armée.

Abstract:
STRESS FRACTURES IN MILITARY WOMEN
Stress fractures account for a significant proportion of injuries among military recruits and other athletes, particularly during initial training. These injuries carry a considerable operational burden, as they often result in extended medical leave and functional disability.
While tibial stress fractures are the most common, fractures affecting the femur or pelvis also require prompt diagnosis to prevent complications.
This case report of multiple stress fractures in a military recruit illustrates that female soldiers are often more susceptible to this type of injuries, and may experience a delay in diagnosis. Imaging, especially MRI, is crucial for confirming the diagnosis. Iron, calcium, and/or vitamin D deficiencies should be investigated and addressed. Treatment varies depending on the fracture site and generally involves rest — or even avoidance of weight-bearing — for four to eight weeks, followed by a gradual return to load-bearing physical activities. Prevention hinges on adapting sports training by adjusting session frequency, gradually increasing intensity (particularly during initial training), diversifying the types of physical activities, and ensuring adequate recovery periods. Among female military personnel, thorough medical evaluations can help identify the "female athlete triad," which encompasses low energy availability (with or without eating disorders), menstrual cycle disturbances, and compromised bone health.

Keywords: Stress fractures. Soldier. Female athlete triad. Military medicine. en cours de relecture

Introduction

Les fractures de contrainte surviennent en dehors d'un macro-traumatisme, sur un os qui subit des contraintes mécaniques dépassant la résistance osseuse. On distingue les fractures de stress ou de fatigue se produisant par excès de sollicitation mécanique sur un os normal et les fractures par insuffisance osseuse survenant sur un os fragilisé par une ostéopathie sous-jacente. Les fractures de fatigue sont classiques dans le milieu sportif et militaire, *a fortiori* chez la femme, et doivent faire rechercher la triade de l'athlète. Nous décrivons un cas de fractures multiples de fatigue chez une jeune recrue de la gendarmerie.

1 Cas clinique

Une élève, officier de gendarmerie, âgée de 23 ans, ayant comme principal antécédent une fracture du poignet gauche opérée à l'âge de 19 ans, consulte pour des douleurs des deux tibias, localisées sur la face antérieure. Les douleurs ont débuté lors de sa formation militaire initiale. Les douleurs régressent après repos sportif et réapparaissent à chaque reprise d'activité physique. L'interrogatoire ne retrouve ni troubles du cycle menstruel, ni troubles du comportement alimentaire, ni aucun autre facteur de risque d'ostéopathie fragilisante. L'examen clinique est pauvre, sans douleur déclenchée à la palpation des reliefs osseux. Il n'y a aucun argument pour une périostite, un syndrome des loges chronique ou un syndrome de l'artère poplitée piégée. Le bilan biologique ne retrouve pas d'anomalie particulière sur la numération et la formule sanguines, le bilan phosphocalcique, y compris pour les concentrations sériques en parathormone et en vitamine 25-OHD3.

Les radiographies des tibias ne retrouvent pas d'anomalie particulière, ni d'interruption de la corticale, ni d'apposition périostée (figures 1 et 2). L'IRM des tibias retrouve des anomalies de signal centromédullaires des tibias, en discret hyposignal T1, hypersignal T2 STIR, au niveau des épiphyses médiales et des diaphyses, avec réaction œdémateuse périostée et des fascias musculaires des loges postéro-médiales de jambe (figures 3 et 4). Après avoir écarté une périostite et une ostéomyélite chronique multifocale récurrente, le diagnostic de fractures de fatigue multiples est établi. La patiente est mise au repos sportif pendant deux mois avec reprise très progressive des activités physiques en charge. L'évolution est favorable, sans récidive des douleurs grâce à un programme d'entraînement sportif adapté.



Fig. 1 : Radiographie de la jambe gauche de face : pas d'anomalie.
©Service de rhumatologie, HNIA Bégin



Fig. 2 : Radiographie de la jambe droite de face : pas d'anomalie.
©Service de rhumatologie, HNIA Bégin



FIG. 3 : IRM des deux jambes en séquence T1 : présence de quelques lésions en léger hyposignal centro-médullaire du 1/3 des diaphyses tibiales. ©Service de rhumatologie, HNIA Bégin

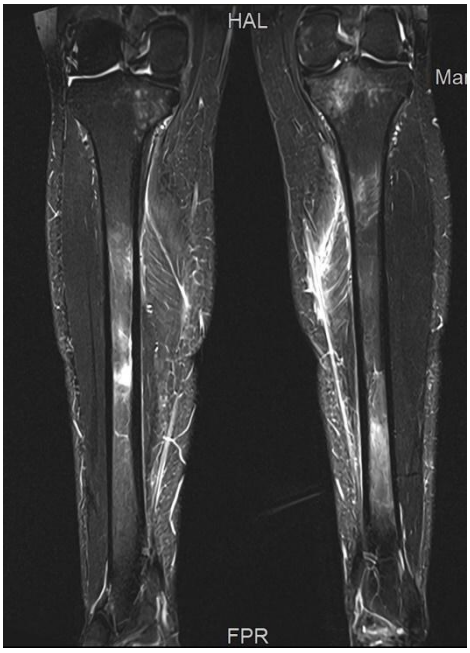


FIG. 4 : IRM des deux jambes en séquence T2 STIR : anomalies de signal en hypersignal STIR centromédullaires des diaphyses et épiphyses médiales tibiales, avec réaction œdémateuse périostée et des fascias musculaires des loges postéro-médiales des jambes. ©Service de rhumatologie, HNIA Bégin

2 Discussion

Le système osseux est capable de résister aux contraintes mécaniques grâce à des mécanismes d'adaptation à l'effort. Dans certains cas, cette capacité d'adaptation peut être dépassée, occasionnant un risque fracturaire. On distingue les fractures de stress ou de fatigue se produisant par excès de sollicitation mécanique sur un os normal et les fractures par insuffisance osseuse survenant sur un os fragilisé par une ostéopathie sous-jacente, mais il existe un continuum entre ces deux entités (1). L'apparition de lésions osseuses focales lors d'une fracture sur un os normal après excès de sollicitation ou bien lors d'une insuffisance osseuse augmente le remodelage local censé réparer les microlésions. Lors de cette phase d'hyper-remodelage osseux, l'ostéorésorption dépasse l'ostéoformation et déclenche une phase de fragilisation osseuse.

Les premières observations de fracture de fatigue ont été décrites par les médecins militaires, notamment Jean-Eugène Pauzat en 1887, qui parle de « périostites ostéoplasiques des métatarsiens après une longue marche ». En France, l'incidence des fractures de fatigue est estimée à environ 9,2 % chez les femmes, et peut dépasser 20 % chez les athlètes ayant une faible masse grasse (2). Dans les effectifs militaires, on retrouve un taux d'incidence évalué entre 0,9 à 5,2 % chez les hommes et entre 3,4 à 21 % chez les femmes, durant la période de formation initiale de huit semaines de l'*US Army*. Toutes armes confondues, le taux d'incidence des fractures de fatigue

sur les 12 semaines de formation initiale s'élève entre 1,9 à 6 % chez les hommes et entre 8 à 30 % chez les femmes dans l'armée américaine (3).
En France, les données semblent comparables (4). Les femmes militaires ont deux à dix fois plus de risque de développer une fracture de fatigue, avec un délai de diagnostic souvent plus tardif, d'environ trois semaines de plus par rapport aux hommes (3). Cette différence de risque s'explique par un indice de masse corporelle souvent inférieur, une masse musculaire moins importante, un pelvis plus large avec des tibias plus fins, des différences d'apports nutritionnels, des facteurs biomécaniques distincts aux membres inférieurs, des variations hormonales en lien avec le cycle menstruel et un niveau de pratique sportive souvent plus faible que chez leurs collègues masculins (3).
La majorité des fractures de fatigue chez les militaires touchent les tibias (71 % des cas), comme chez les autres athlètes. Puis surviennent, par ordre décroissant de fréquence, les fractures des 2e et 3e métatarsiens, du fémur, du tarse et du pelvis.
Les fractures de fatigue du col fémoral représentent 2 % des cas, avec un risque de complication et de retentissement fonctionnel plus important (3). Mal traitées, les fractures de fatigue peuvent entraîner des douleurs chroniques, voire se compléter en fracture vraie, avec des risques d'ostéonécrose en fonction de la localisation (fracture du col fémoral, par exemple).

En cas de survenue d'une fracture de fatigue, l'interrogatoire retrouve souvent une douleur localisée, de rythme mécanique, augmentée lors de la mise en charge, d'apparition progressive et s'améliorant avec le repos. L'anamnèse oriente vers le diagnostic en cas de période de pratique sportive intensive avec augmentation non progressive de la charge ou du volume d'entraînement. L'examen clinique retrouve une douleur élective à la palpation osseuse, avec parfois une augmentation de la chaleur locale, voire un gonflement. Le diagnostic différentiel avec la périostite peut parfois être difficile. Le bilan étiologique justifie la recherche d'une éventuelle ostéopathie fragilisante, avec, au minimum, la réalisation d'une numération et d'une formule sanguines, d'un bilan ferrique pour dépister une anémie par carence martiale, d'un bilan phosphocalcique (calcémie, phosphorémie, albuminémie, PTH et vitamine D 25-OH-D3 sériques).
L'imagerie permet de confirmer le diagnostic. Les radiographies peuvent montrer soit une interruption de la corticale perpendiculaire à l'axe de l'os, tel le « cheveu sur porcelaine », soit être normales lors des premières semaines d'évolution, comme dans le cas de notre patiente. Dans l'os spongieux, on peut retrouver une densification des travées osseuses. L'échographie peut être utile dans certaines localisations superficielles afin de détecter une rupture de la corticale, un épaississement ou une irrégularité du périoste, des zones d'hypervascularisation corticale au Doppler puissance. La scintigraphie osseuse couplée à des coupes de tomodensitométrie montre une hyperfixation focale précoce au niveau du foyer de fracture. L'IRM est l'examen le plus sensible et met en évidence des lésions en hyposignal T1 et hypersignal T2 STIR en rapport avec l'œdème médullaire.
Des formes mixtes, frontières entre fractures de fatigue et par insuffisance osseuse, peuvent se rencontrer lors de la triade de l'athlète. Cette entité doit être recherchée en cas de fracture de fatigue chez les athlètes féminines. Celle-ci a été définie en 1992 par l'*American College of Sports Medicine,* comme l'association des troubles du comportement alimentaire de type restrictif, voire une anorexie mentale, une aménorrhée et une ostéoporose (5). La définition a été élargie à l'association des trois conditions suivantes : faible disponibilité énergétique (déficit énergétique avec ou sans troubles

des conduites alimentaires), troubles du cycle menstruel et mauvaise santé osseuse (6). Le Comité international olympique a proposé en 2014 le concept de « carence relative en énergie dans le sport », qui englobe les conséquences du déficit énergétique sur la physiologie, la performance et la santé des athlètes (7).

La prévalence des dysménorrhées est plus forte parmi les athlètes féminines participant à des sports avec composante esthétique, exigeant une silhouette mince ou à contrainte de poids. La période péripubertaire constitue une période à risque puisque les modifications endocriniennes peuvent interférer sur la vitesse de croissance et le pic de masse osseuse (8). Par la suite, les troubles peuvent varier du retard de la ménarche, à la spanioménorrhée, jusqu'à l'aménorrhée primaire ou secondaire. Leur prévalence est estimée entre 4 à 66 % selon le type, l'intensité et la durée de la pratique sportive (9). Les troubles du cycle de type phase lutéale courte ou cycles anovulatoires sont plus fréquents chez la sportive : 52 % *versus* 5 % chez les non-sportives dans l'étude de De Souza *et al.* La fréquence de l'aménorrhée est variable selon le type de sport, plus élevée dans les sports d'endurance, les sports dits « esthétiques » et à catégorie de poids (10).

Le retentissement des troubles du cycle sur le système osseux varie selon le sport pratiqué : les disciplines générant de fortes contraintes mécaniques, comme la gymnastique, semblent augmenter la masse osseuse (11) indépendamment des troubles endocriniens, alors que, dans les sports à impact mécanique plus faible, tels que la course à pied ou la danse classique, les troubles du cycle sont associés à une diminution de la masse osseuse (12).

La carence énergétique de la triade de la sportive bloque les effets des hormones métaboliques, telles que la leptine, l'IGF-1, la T3 et l'axe hypothalamo-hypophyso-ovarien, conduisant à une hypoœstrogénie relative. Celle-ci active la lignée ostéoclastique, stimulant la résorption osseuse (6). La modification de la minéralisation, de la microarchitecture et de la résistance osseuses crée un sur-risque de fractures de contrainte. La mesure par absorptiométrie biphotonique au rachis et au col fémoral peut informer sur la minéralisation osseuse et estimer le risque fracturaire. L'atteinte osseuse représente le paramètre le plus urgent de la triade.

Le traitement des fractures de fatigue comporte la mise en décharge partielle du membre concerné, avec respect de la non-douleur, ou au minimum le repos sportif ou de l'activité qui a déclenché la fracture. La durée de consolidation varie de quatre à huit semaines. La reprise sportive doit se faire de manière progressive. Le traitement préventif d'une récidive repose sur la progressivité de l'entraînement, l'adaptation du matériel, la prescription d'orthèses plantaires en cas de trouble statique podal. Chez les militaires, l'allègement du matériel de combat peut participer à la réduction du risque de fracture de fatigue (13). La formation des moniteurs EPMS et cadres de contact semble primordiale pour alerter sur le sur-risque de fracture de fatigue chez les femmes militaires. L'éducation et l'information des jeunes recrues féminines font aussi partie des pistes de travail pour réduire l'incidence de ce type de blessures à l'engagement ou en cours de carrière. Les mesures préventives permettant de réduire le risque de survenue d'une fracture de fatigue chez les militaires consistent à modifier le volume d'entraînement, à privilégier les programmes de course par intervalles (*interval training*) plutôt que les courses de longue distance, à modifier les

surfaces de course à pied, à varier le type de sport pratiqué et à respecter des temps de récupération (14). Le dépistage des troubles du comportement alimentaire doit être systématique par ailleurs. Une supplémentation en calcium et vitamine D peut être proposée, de même que la correction d'une carence martiale en cas d'anémie authentifiée par un examen biologique. Une étude contrôlée randomisée a montré que celle-ci pouvait réduire le risque de fracture de contrainte chez les femmes militaires (15). En cas de déficit énergétique, une prise en charge nutritionnelle est recommandée, afin d'augmenter et optimiser les apports, en associant un suivi par un nutritionniste et un psychologue éventuellement.

Conclusion

La survenue de fractures de fatigue reste fréquente dans la population militaire et *a fortiori* chez les femmes, chez qui le diagnostic est souvent plus tardif.
En cas de fracture de fatigue chez une femme militaire, le dépistage de la triade de l'athlète nécessite la recherche des trois composantes : faible disponibilité énergétique (déficit énergétique avec ou sans troubles des conduites alimentaires), troubles du cycle menstruel et mauvaise santé osseuse. En l'absence de cette triade, la recherche de carence martiale en calcium ou en vitamine D est nécessaire afin de corriger ces déficits. La prévention de ce type fréquent de blessure est primordiale et nécessite des mesures d'adaptation de l'entraînement sportif, telles que la modification de la fréquence des séances, la progressivité d'intensité, notamment lors des périodes de formation initiale, la variation du type d'activités sportives et le respect des temps de récupération (figure 5).

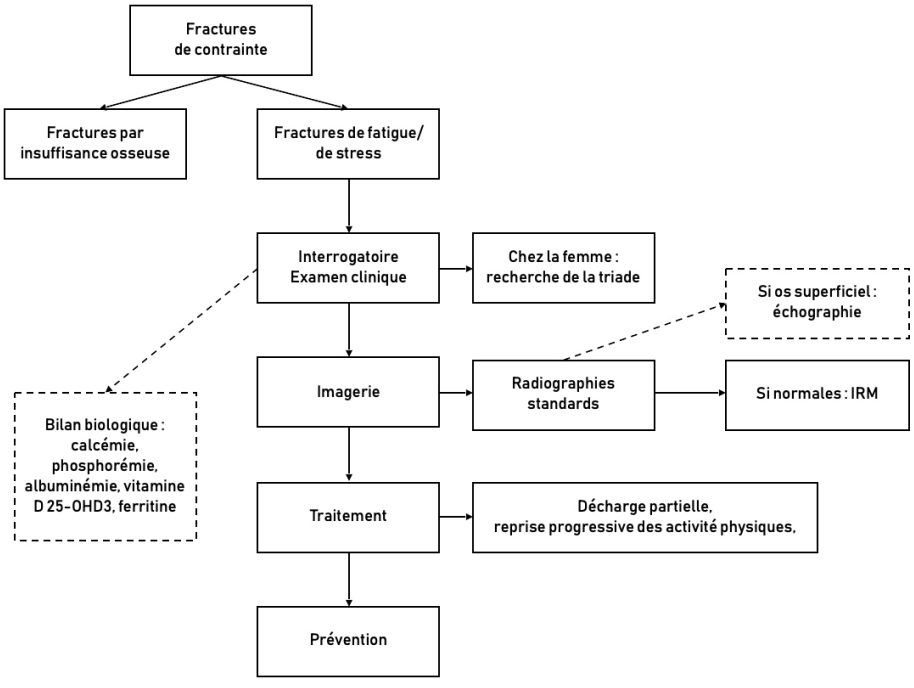


Fig. 5 : Algorithme de prise en charge des fractures de fatigue

Financements

Aucun financement

Remerciements

Remerciements au linguiste relecteur : Édouard Lizé.

Références bibliographiques

1. Lafforgue P. Fractures de contrainte du pied et de la cheville. Rev Rhum. 2024 ;91(1) :92–8. doi : 10.1016/j.rhum.2023.09.021
2. Barrack MT, Gibbs JC, De Souza MJ, Williams NI, Nichols JF, Rauh MJ, *et al.* Higher incidence of bone stress injuries with increasing Female Athlete Triad–related risk factors : a prospective multisite study of exercising girls and women. Am J Sports Med. 2014 ;42(4) :949–58. doi : 10.1177/0363546513520295
3. Abbott A, Wang C, Stamm M, Mulcahey MK. Part I : Background and clinical considerations for stress fractures in female military recruits. Mil Med. 2023 ;188(1–2) :86–92. doi : 10.1093/milmed/usac034
4. Comas J. Ostéodensitométrie corps entier, étude de la composition corporelle de jeunes recrues souffrant de douleur osseuse et de fracture de fatigue. Médecine et Armées. 1992.
5. De Souza MJ, Toombs RJ, Scheid JL, O'Donnell E, West SL, Williams NI. High prevalence of subtle and severe menstrual disturbances in exercising women : confirmation using daily hormone measures. Hum Reprod. 2010 ;25(2) :491–503. doi : 10.1093/humrep/dep411
6. Duclos M. La triade de la sportive : mise au point, les nouvelles données. Presse Médicale Formation. 2020 ;1(5) :496–503. doi : 10.1016/j.lpmfor.2020.10.013
7. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Carter S, Constantini N, Lebrun C, *et al.* The IOC consensus statement : beyond the Female Athlete Triad—Relative Energy Deficiency in Sport (RED-S). Br J Sports Med. 2014 ;48(7) :491–7. doi : 10.1136/bjsports-2014-093502
8. Maïmoun L, Coste O, Mura T, Philibert P, Galtier F, Mariano-Goulart D, *et al.* Specific bone mass acquisition in elite female athletes. J Clin Endocrinol Metab. 2013 ;98(7) :2844–53. doi : 10.1210/jc.2013-1070
9. Warren M, Perlroth N. The effects of intense exercise on the female reproductive system. J Endocrinol. 2001 ;170(1) :3–11. doi : 10.1677/joe.0.1700003
10. Torstveit MK, Sundgot-Borgen J. Participation in leanness sports but not training volume is associated with menstrual dysfunction : a national survey of 1276 elite athletes and controls. Br J Sports Med. 2005 ;39(3) :141–7. doi : 10.1136/bjsm.2003.011338
11. Maïmoun L, Coste O, Philibert P, Briot K, Mura T, Galtier F, *et al.* Peripubertal female athletes in high-impact sports show improved bone mass acquisition and bone geometry. Metabolism. 2013 ;62(8) :1088–98. doi : 10.1016/j.metabol.2012.11.010
12. Christo K, Prabhakaran R, Lamparello B, Cord J, Miller KK, Goldstein MA, *et al.* Bone metabolism in adolescent athletes with amenorrhea, athletes with eumenorrhea, and control subjects. Pediatrics. 2008 ;121(6) :1127–36. doi : 10.1542/peds.2007-2392
13. Constantini N, Finestone AS, Hod N, Shub I, Heinemann S, Foldes AJ, *et al.* Equipment modification is associated with fewer stress fractures in female Israel Border Police recruits. Mil Med. 2010 ;175(10) :799–804. doi : 10.7205/MILMED-D-09-00253
14. Abbott A, Wang C, Stamm M, Mulcahey MK. Part II : Risk factors for stress fractures in female military recruits. Mil Med. 2023 ;188(1–2) :93–9. doi : 10.1093/milmed/usac033
15. Lappe J, Cullen D, Haynatzki G, Recker R, Ahlf R, Thompson K. Calcium and vitamin D supplementation decreases incidence of stress fractures in female Navy recruits. J Bone Miner Res. 2008 ;23(5) :741–9. doi :10.1359/jbmr.080102