

Les fractures par insuffisance osseuse du sacrum

Sémiologie clinique, radiographique, scintigraphique et scanographique

A. GAUCHER⁽¹⁾, D. RÉGENT⁽²⁾, J.P. PAUL⁽¹⁾, P. PERE⁽¹⁾, M. CLAUDON⁽²⁾

RÉSUMÉ

Les fractures par insuffisance osseuse du sacrum. Sémiologie clinique, radiographique, scintigraphique et scanographique.

A. GAUCHER, D. RÉGENT, J.P. PAUL, P. PERE, M. CLAUDON.

Les fractures par insuffisance osseuse du sacrum ne sont pas rares et doivent être recherchées devant toute douleur inexpliquée de la région pelvienne. A propos de 20 observations, les divers éléments sémiologiques cliniques sont envisagés ainsi que les circonstances de survenue permettant de définir une population à risque : femme âgée, atteinte d'un trouble métabolique de l'os et/ou d'un vice architectural congénital ou acquis. Les aspects radiographiques, scintigraphiques et scanographiques sont suffisamment caractéristiques pour que ces examens non invasifs permettent à coup sûr un diagnostic exact, donc un traitement précoce.

Mots-clés : Fracture. Insuffisance osseuse. Sacrum.

SUMMARY

Sacral fracture due to bone deficiency. Clinical, radiographic, scintigraphic and scan imaging semeiology.

A. GAUCHER, D. RÉGENT, J.P. PAUL, P. PERE, M. CLAUDON.

Fracture of sacrum due to bone deficiency is not a rare lesion and must be considered as a possible differential diagnosis of unexplained pelvic region pain. The various clinical semeiology elements are discussed in relation of 20 cases, together with circumstances of onset, enabling definition of a population at risk : elderly women with a bone metabolic disorder and/or a congenital or acquired architectural anomaly. Radiographic, scintigraphic and CT scan images are sufficiently characteristic for these non-invasive exploratory procedures to provide an exact diagnosis and the possibility of early treatment.

Key-words : Fracture. Bone deficiency. Sacrum.

Les fractures par insuffisance osseuse se distinguent des fractures de fatigue par leur survenue sur un os fragilisé, à la suite de sollicitations biomécaniques modérées et par leurs localisations préférentielles à la ceinture pelvienne [10]. L'insuffisance osseuse, altération des qualités de résistance et d'élasticité de l'os, résulte de processus physiologiques ou pathologiques (tumoraux et infectieux exclus) qui entraînent une inadaptation des capacités de remodelage osseux. La sommation de microfissures consécutives à des microtraumatismes locaux est susceptible de conduire, en l'absence de reconstruction osseuse efficace, à de véritables fractures corticospongieuses. Les contraintes de la vie courante, directes ou propagées (impact des ischions en position assise, cisaille-

ment des ailerons sacrés au cours de la marche) sont suffisantes pour expliquer de tels microtraumatismes.

L'étude des fractures pelviennes par insuffisance osseuse s'est longtemps limitée aux lésions du col fémoral et des branches pubiennes [5]. Celles-ci représentent désormais une cause classique de douleur de hanche chez la personne âgée [11]. D'autres localisations plus récemment individualisées grâce à la scintigraphie osseuse, dévoilent progressivement leur sémiologie clinique et paraclinique : fractures iliaques [9], acétabulaires [2], parasymphysaires [1] et sacrées.

LOURIE [14] apporte en 1982, à propos de 3 observations, la première description des fractures du sacrum par insuffisance osseuse. Depuis la littérature s'est enrichie de séries plus importantes [3, 4, 15, 16] et d'études plus précises de la symptomatologie paraclinique [6, 13, 17].

La connaissance de la sémiologie de ces fractures permet, sans examens invasifs chez des personnes souvent âgées, la mise en route de thérapeutiques d'autant plus simples et efficaces que le diagnostic est précoce.

Article reçu le 22 janvier 1987. Accepté le 9 mars 1987.

(1) Clinique Rhumatologique (Pr A. GAUCHER).

(2) Service de Radiologie Générale et Viscérale (Pr D. RÉGENT), C.H.U. de Nancy-Brabois, F 54500 Vandœuvre-lès-Nancy.

Tirés à part : A. GAUCHER, adresse ci-dessus

Malades et méthodes

Une étude prospective a été menée dans le Service de Rhumatologie du C.H.U. de Nancy du 1^{er} novembre 1979 au 31 octobre 1986. 14 200 patients ont été hospitalisés pendant cette période (8 600 femmes, 5 600 hommes). Tous les malades accusant une douleur lombaire basse, sacrée, pelvienne ou

inguinale, que cette symptomatologie soit le motif d'admission ou qu'elle s'intègre dans une affection plus générale, ont bénéficié d'une radiographie du bassin et d'une scintigraphie osseuse, effectuée 3 heures après injection intraveineuse de 20 millicuries de 99m Tc-MDP, comprenant un balayage squelettique total ainsi que des vues segmentaires du bassin en face antérieure et en face postérieure. Des tomographies centrées et/ou un examen scanographique ont été réalisés devant tout foyer d'hyperfixation scintigra-

TABLEAU I

MALADES	AGE	FACTEURS FAVORISANTS	FRACTURE DU SACRUM			FRACTURES ASSOCIÉES
			Unil.	Bilat.	Horiz.	
Obs. 1	69	Ostéoradionécrose		+	+	
Obs. 2	64	Ostéomalacie Chute		+	+	2 branches pubiennes droites
Obs. 3	75	Prothèse hanche gauche Ostéoporomalacie		+	+	Tassement L5
Obs. 4	63		G			Parasymphysaire droite Acetabulum gauche Tassements D10, D11, D12
Obs. 5	67	Ostéoradionécrose Polyarthrite rhumatoïde (N.C.)		+		Parasymphysaire gauche
Obs. 6	63	Chute		+	+	-
Obs. 7	50	Dysplasie coxofémorale droite	D			Ischio pubienne droite
Obs. 8	73	Ostéoradionécrose		+	+	Ischiopubienne gauche
Obs. 9	73	Prothèse hanche gauche Ostéoporose		+	+	Tassement D10
Obs. 10	67	Ostéoradionécrose Chute		+	+	-
Obs. 11	76	Ostéotomie tibiale gauche	D			Aile iliaque droite Parasymphysaire gauche
Obs. 12	79	Ostéoporose	G			Parasymphysaire droite Tassement L1
Obs. 13	74	Dysplasie coxofémorale bilatérale Ostéomalacie		+	+	2 branches pubiennes droites Tassement L4
Obs. 14	83	Ostéomalacie		+		4 branches pubiennes Aile iliaque droite Tassement L1
Obs. 15	48	P.T.H. gauche Dysplasie coxofémorale droite avec coxarthrose Ostéoradionécrose	D			2 branches pubiennes gauches Branche ischiopubienne droite Acetabulum gauche Aile iliaque gauche
Obs. 16	59	Polyarthrite rhumatoïde corticothérapie Coxite rhumatoïde Chute		+	+	Iliopubienne droite
Obs. 17	74	Ostéomalacie		+	+	Iliopubienne droite
Obs. 18	63	Ostéoporose	D			Tassements dorsaux multiples
Obs. 19	71	Polyarthrite rhumatoïde corticothérapie Ostéoporose Prothèse genou gauche Chute		+	+	Tassements dorsaux multiples
Obs. 20	80	Fractures des cols fémoraux Ostéoporose		+	+	Tassements dorsaux multiples Iliopubienne gauche

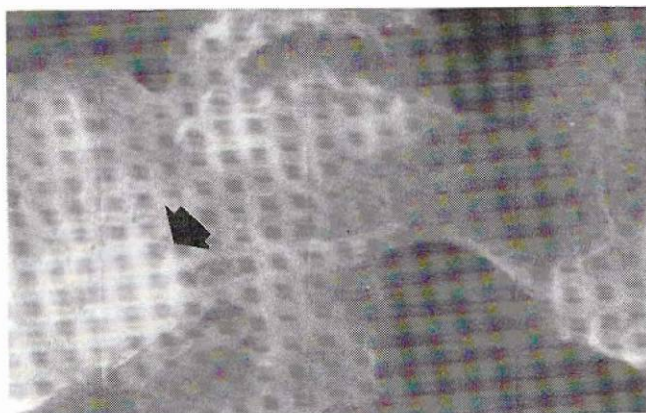


FIG. 1 a.

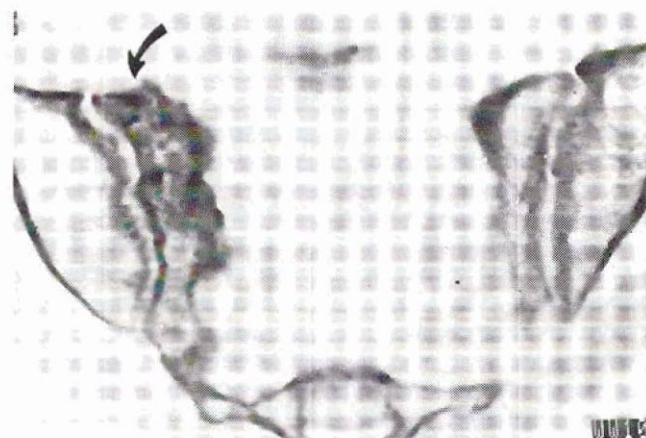


FIG. 1 b.

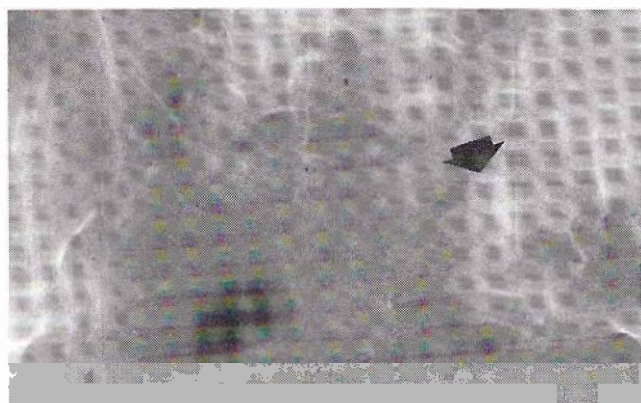


FIG. 2 a.

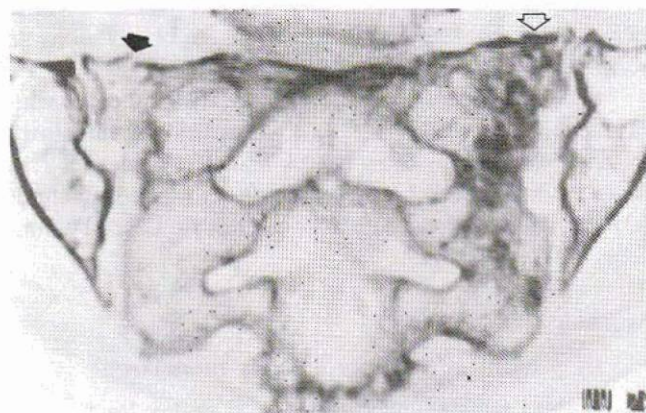


FIG. 2 b.

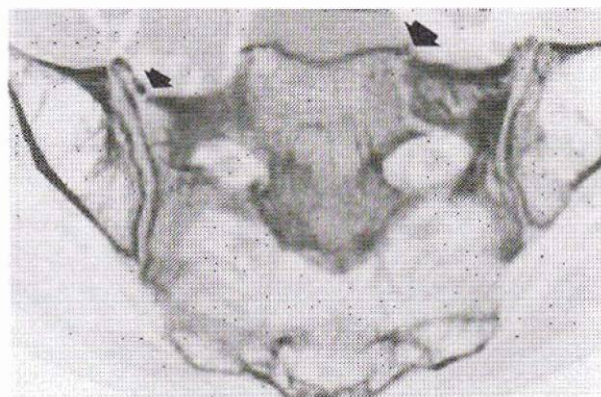


FIG. 2 c.

FIG. 1. — Observation n° 16.

- a) Radiographie de face. Bande de condensation osseuse sur la partie latérale droite du sacrum.
- b) Scanner. Flèche : rupture de la corticale antérieure donnant naissance au trait de fracture parasagittal.

FIG. 1. — Case 16. a) Frontal radiographic image showing band of condensed bone on right lateral part of sacrum. b) Scan image showing (arrow) rupture of anterior cortex producing line of parasagittal fracture.

FIG. 2. — Observation n° 20.

- a) Radiographie de face. Flèche : condensation verticale nuageuse parallèle à l'interligne sacro-iliaque gauche.
- b) Scanner de la partie supérieure du sacrum. Flèche pleine : rupture et décalage de la corticale antérieure droite; flèche creuse : bande hétérogène d'ostéosclérose parallèle à l'articulation sacro-iliaque gauche.
- c) Scanner de la partie inférieure du sacrum. Flèches : rupture des corticales (externe à droite, interne à gauche).

FIG. 2. — Case 20. a) Frontal radiographic image showing (arrow) cloudy vertical condensation parallel to sacroiliac interline. b) Scan image of upper part of sacrum showing (filled arrow) rupture and displacement of anterior cortex, and (hollow arrow) heterogeneous band of osteosclerosis parallel to sacroiliac joint. c) Scan image of lower part of sacrum showing (arrows) rupture of cortex (external on the right, internal on the left).

phique sans traduction radiologique. La recherche des fractures de contrainte a été faite de façon systématique sur l'ensemble des documents de chaque malade, indépendamment, par deux observateurs.

Des résultats partiels ont déjà été publiés portant sur les fractures de contrainte des branches pubiennes [11] et sur les fractures par insuffisance osseuse de la ceinture pelvienne des sujets de plus de 60 ans [10]. Pour ce travail, seules ont été retenues les observations de malades atteints d'une fracture du sacrum, qu'elle soit isolée ou associée à d'autres localisations pelviennes.

Résultats (tableau I)

FRÉQUENCE, SEXE, ÂGE

20 dossiers, concernant tous des femmes, ont été ainsi retenus, soit 0,14 % du recrutement rhumatologique ou encore 0,23 % du recrutement féminin.

L'âge moyen est de 67,3 ans avec des extrêmes de 48 et 83 ans. 85 % des patientes ont plus de 60 ans.



FIG. 3 a.

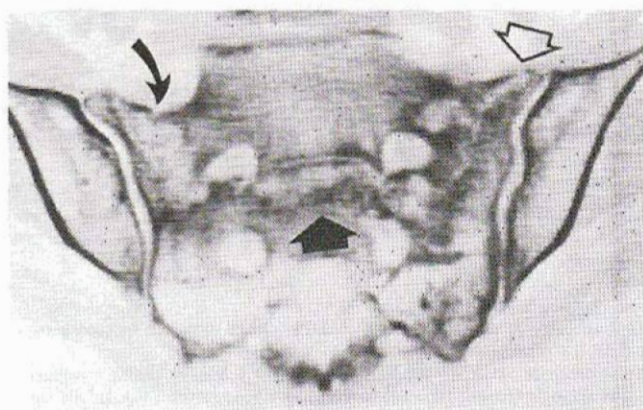


FIG. 3 d.

FIG. 3. — Observation n° 19.

- a) Radiographie de face. Images de condensation floconneuse des parties latérales du sacrum.
 b) Radiographie de profil. Flèche longue : rupture du mur postérieur. Flèche courte : angulation de la face antérieure du sacrum.
 c) Scintigraphie de bassin face postérieure. Hyperfixation en H.
 d) Scanner. Flèche courte : trait transversal. Flèche courbe : discontinuité du mur antérieur sans sclérose. Flèche creuse : rupture du mur antérieur avec trait de fracture longitudinal.

FIG. 3. — Case 19. a) Frontal radiographic image showing flaky condensation of lateral parts of sacrum. b) Lateral radiographic image showing (long arrow) rupture of posterior wall, and (short arrow) the angulation of anterior surface of sacrum. c) Scintigraphic image of posterior surface of pelvis showing hyperfixation in H. d) Scan image showing (short arrow) transverse line (curved arrow), discontinuity of anterior wall without sclerosis, and (hollow arrow) rupture of anterior wall with longitudinal fracture line.

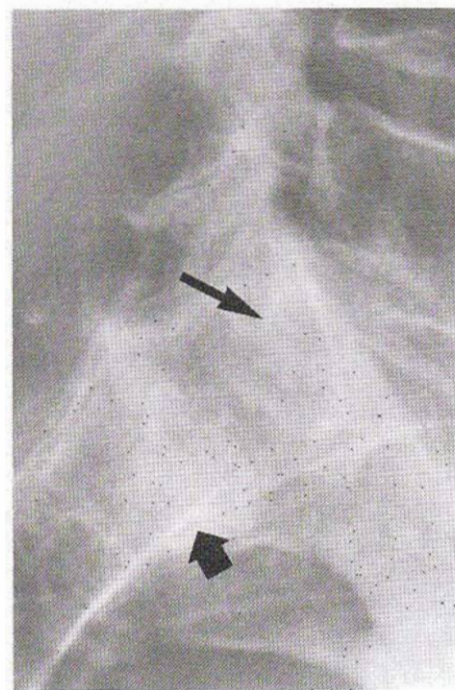


FIG. 3 b.

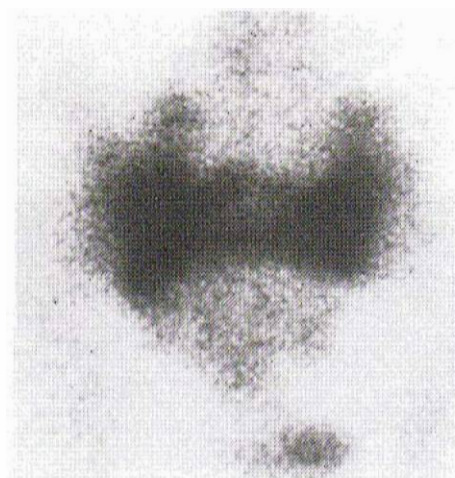


FIG. 3 c.

MOTIF D'HOSPITALISATION

L'hospitalisation est motivée à 11 reprises par la survenue de lombalgies basses avec ou sans douleurs fessières, accompagnées de sciatalgies pour 4 malades. 8 patients se plaignaient essentiellement de douleurs inguinales. La 20^e malade est adressée pour bilan d'ostéoporose compliquée d'une fracture de contrainte de la cheville droite.

TOPOGRAPHIE DES FRACTURES

La fracture sacrée apparaît bilatérale dans 14 cas, les traits verticaux étant plus ou moins symétriques. Il s'y

surajoute un trait de fracture horizontal à hauteur de la 2^e pièce sacrée chez 12 patientes. Dans 6 observations la fracture reste unilatérale.

On retrouve au moins une autre localisation pelvirachidienne chez 17 malades (85 %). La répartition se fait ainsi : fractures parasymphysaires ou des branches pubiennes : 13 cas (65 %); tassements vertébraux : 9 cas (45 %); fractures de l'aile iliaque : 3 cas (15 %); fractures de l'acétabulum : 2 cas (10 %).

FACTEURS FAVORISANTS

Ils peuvent être classés en trois rubriques :

— Troubles métaboliques de l'os : si toutes les malades sont atteintes de déminéralisation osseuse diffuse, on peut

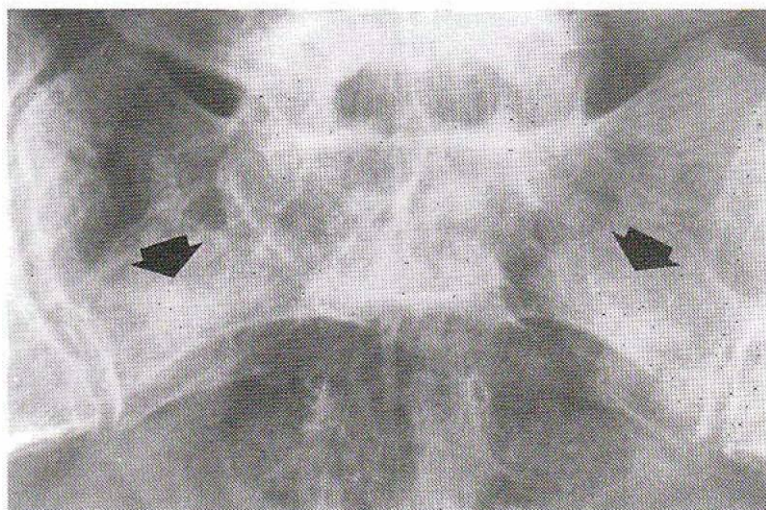


FIG. 4 a.

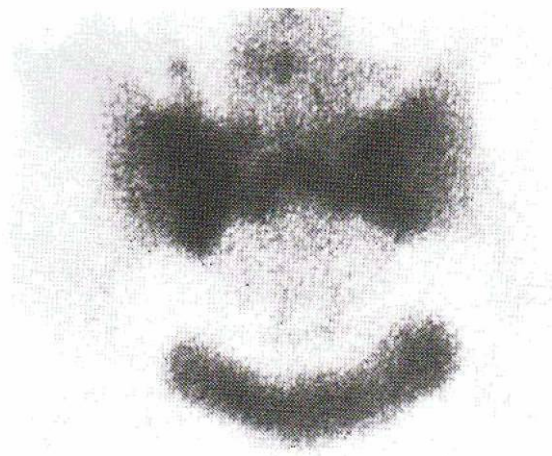


FIG. 4 b.

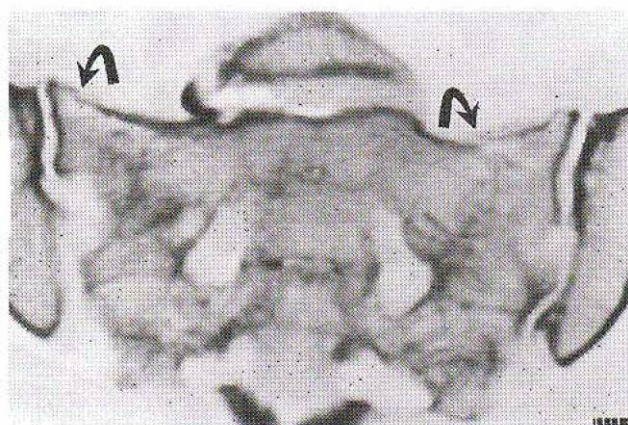


FIG. 4 c.

FIG. 4. — Observation n° 6.

- a) Radiographie de face. Condensation bilatérale symétrique.
 b) Scintigraphie de bassin, face postérieure. Image d'hyperfixation en H.
 c) Scanner. Flèches : discontinuité des corticales antérieures.

FIG. 4. — Case 6. a) Frontal radiographic image showing symmetric bilateral condensation. b) Scintigraphic image of posterior surface of pelvis showing hyperfixation in H. c) Scan image showing (arrows) discontinuity of anterior cortex.

préciser la diathèse pathologique chez 16 d'entre elles (plusieurs facteurs pouvant être associés) :

- 9 ostéoporoses avec au moins un tassement vertébral,
- 3 polyarthrites rhumatoïdes avec déminéralisation osseuse s'accompagnant dans un cas de tassements vertébraux,

- 5 dossiers révèlent la présence de stigmates biologiques d'ostéomalacie,

- 5 malades aux antécédents de radiothérapie pelvienne sont victimes de lésions osseuses radiques localisées au sacrum. Il n'a pas été fait, volontairement, de biopsie osseuse car cet examen n'a jamais été jugé indispensable pour le diagnostic.

- Anomalies de la statique pelvienne : un trouble statique congénital ou acquis est relevé dans 10 cas, qu'il soit provoqué par une dysplasie coxofémorale (2 cas), une coxite rhumatoïde (1 cas), une arthroplastie de hanche (3 cas), une ostéosynthèse des cols fémoraux (1 cas), une ostéotomie tibiale (1 cas), une fracture récente de cheville (1 cas).

- Traumatismes : il s'agit toujours de traumatismes modérés (chute de la malade de sa hauteur) qui seraient

sans retentissement sur un os sain. L'anamnèse retrouve cette notion à 5 reprises dont 2 chutes latérales avec impact sur le grand trochanter.

Discussion

La symptomatologie clinique est polymorphe, souvent dominée par la douleur provenant des fractures associées. Ainsi seule la recherche systématique de douleurs fessières ou sacrées spontanées ou provoquées permet une orientation diagnostique chez les sujets à risque.

La population à risque regroupe l'ensemble des patientes atteintes d'une ostéoporose commune dont cette fracture peut constituer la circonstance révélatrice. On y associe les malades souffrant d'une polyarthrite rhumatoïde, les séquelles osseuses d'une radiothérapie pelvienne faite pour cancer gynécologique et surtout les troubles de la statique pelvienne congénitaux ou acquis. Un traumatisme causal peut être retrouvé mais on note alors un intervalle libre fréquent avant l'apparition des manifestations cliniques. Celui-ci témoigne, en l'absence d'une reconstruction osseuse efficace et sous l'effet des sollicitations biomécani-

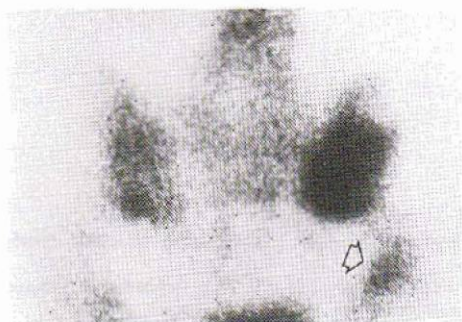


FIG. 5 a.

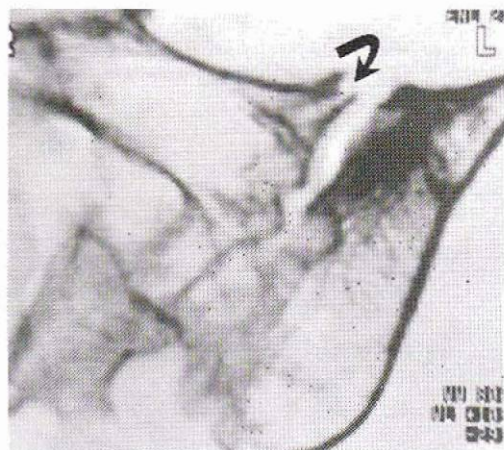


FIG. 5 c.

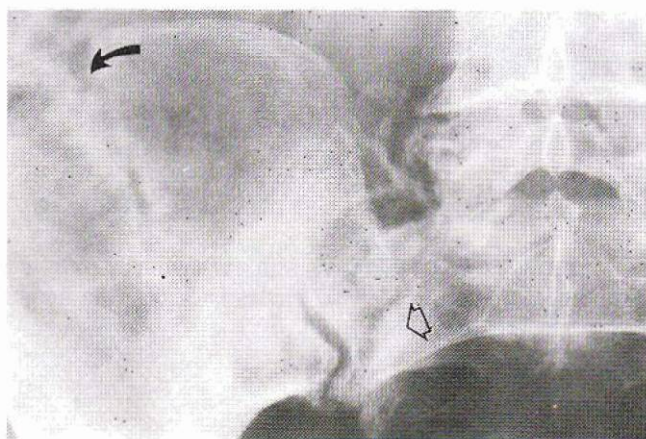


FIG. 6 b.

FIG. 5. — Observation n° 4.

a) Scintigraphie de bassin face antérieure. Hyperfixation verticale du sacrum unilatéral gauche. Flèche : hyperfixation acétabulaire gauche.
b) Radiographie de face. Discrète condensation para-articulaire gauche.
c) Scanner. Flèche : rupture de la corticale antérieure. A noter un phénomène de vide sacro-iliaque.

FIG. 5. — Case 4. a) Scintigraphic image of anterior surface of pelvis showing vertical hyperfixation of left unilateral sacrum, and (arrow) left acetabular hyperfixation. b) Frontal radiographic image showing slight left para-articular condensation. c) Scan image showing (arrow) rupture of anterior cortex. Note a phenomenon of sacroiliac vacuum.

FIG. 6. — Observation n° 11.

a) Scintigraphie de bassin face postérieure. Flèche creuse : hyperfixation de la partie droite du sacrum. Flèche courbe : bande d'hyperfixation de l'aile iliaque droite dirigée vers le bas et le dedans.
c) Radiographie de bassin réalisée 2 mois plus tard. Fractures de l'aile iliaque et de l'aileron sacré droits.

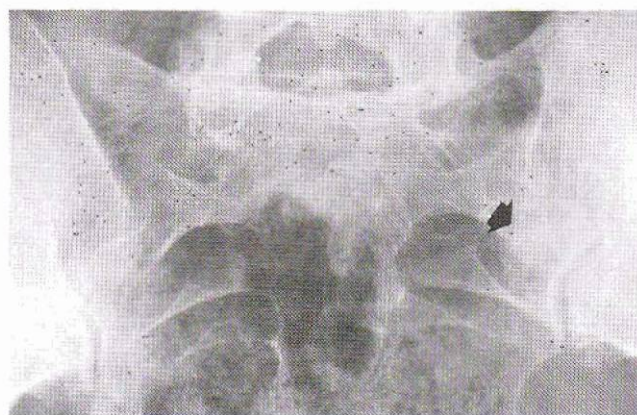


FIG. 5 b.

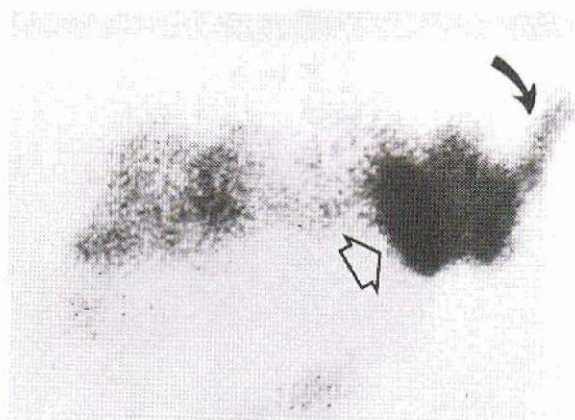


FIG. 6 a.

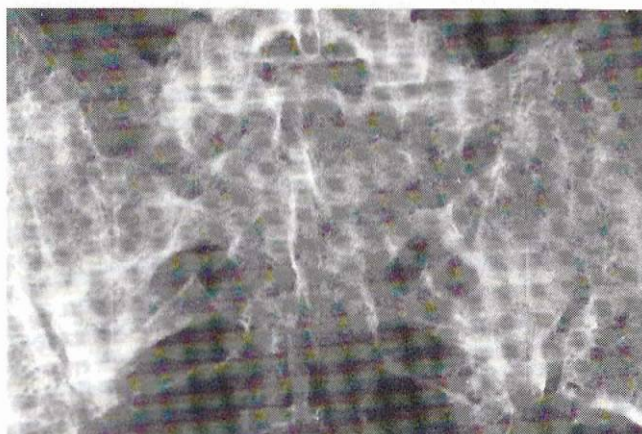
FIG. 6. — Case 11. a) Scintigraphic image of posterior surface of pelvis showing (hollow arrow) hyperfixation of right part of sacrum, and (curved arrow) a band of hyperfixation of right iliac wing directed downwards and inwards. b) Radiographic image of pelvis 2 months later and confirming these two fracture lines.

ques persistantes, de l'aggravation progressive des lésions fracturaires.

L'examen radiographique du bassin constitue l'étape fondamentale du diagnostic des fractures sacrées. Il découvre constamment des signes d'orientation. Les différentes classifications radiologiques des fractures de contrainte s'appliquent cependant mal au sacrum pour plusieurs raisons :

- l'architecture très particulière du sacrum, témoignant de sa situation de carrefour fonctionnel entre le rachis et la ceinture pelvienne. Elle emprunte au rachis la prédominance de l'os spongieux et au bassin la présence de zones de renforcement cortical;
- la complexité anatomique de cette région;
- la présence fréquente d'une ostéoporose;
- l'importance des superpositions non seulement gazeuses mais aussi calciques (les calcifications artérielles dessinent un axe vertical, parallèle à celui des fractures du sacrum).

On saisit ainsi l'intérêt de multiplier au moindre doute les incidences : sacrum rayon ascendant antéro-postérieur, profil, obliques.



a



b

FIG. 7. — Observation n° 1.

a) Radiographie de face. Image typique d'ostéoradionécrose du sacrum.
b) Scanner. Hétérogénéité des ailerons sacrés avec fracture complète à droite et incomplète à gauche.

FIG. 7. — Case 1. a) Scan image showing heterogeneity of sacral wings with total fracture on the right and partial fracture on the left.
b) Radiographic image (frontal) showing typical appearance of sacral osteoradionecrosis.

Le signe le plus précoce semble constitué par l'apparition d'une bande de sclérose osseuse témoignant de la formation d'un cal endostal (fig. 1 a). Cette opacité suit un trajet vertical, grossièrement parallèle à l'articulation sacro-iliaque. Elle prédomine en général à la partie basse de l'aileron sacré. Elle peut être remplacée par un aspect nuageux (fig. 2 a), voire floconneux (fig. 3 a), toujours latéralisé, plus marqué lors qu'il se superpose aux lignes bordant le toit des trous sacrés (fig. 4 A). Bien qu'asymétrique, cet aspect est souvent bilatéral.

L'apparition d'un liséré clair au sein de cette bande de sclérose signe la présence d'une fracture corticospongieuse. Sa recherche doit être attentive, notamment en regard des arcs bordant les trous sacrés antérieurs. Toute asymétrie de ces trous doit faire évoquer l'existence d'une fracture sacrée.

L'incidence de profil peut montrer un déplacement souvent minime de la fracture horizontale [3, 14] : le fragment supérieur glisse vers l'avant et se décale vers le bas (fig. 3 b).

Les radiographies en oblique permettent de préciser le trajet des traits de fracture. La rupture corticale peut alors être mieux observée surtout sur l'aileron sacré ou à proximité du pied de l'articulation sacro-iliaque.

L'apport des tomographies de face est certain en l'absence de scanner car, supprimant les superpositions, elles dégagent la bande de sclérose et le liséré clair.

La présence d'une autre fracture de l'anneau pelvien constitue un excellent signe indirect.

La survenue d'une fracture sur sacrum radique peut s'accompagner par ailleurs d'un élargissement de l'interligne articulaire sacro-iliaque homolatéral, ce qui témoigne de l'impaction latérale des fragments nécrosés.

On connaît depuis 10 ans la précocité et la sensibilité des techniques isotopiques dans le dépistage des fractures de contrainte [12]. Leur utilité pour le diagnostic des localisations pelviennes classiques [7, 11], multiples [8], ou atypiques [9] est indiscutable. Les caractéristiques scintigraphiques des fractures du sacrum par insuffisance osseuse, détaillées par RIES [15] sont désormais bien connues. Elles se recherchent sur la scintigraphie du bassin en face postérieure :

— L'image d'hyperfixation en H ou en ailes de papillon représente l'aspect le plus habituel (fig. 3 c, 4 b). Les 2 barres verticales cheminent selon un trajet interne et parallèle aux interlignes sacro-iliaques. L'hyperfixation est nette, intense. Le trait horizontal correspondrait soit à un impact direct [3], soit à une extension de la fracture dans le corps du sacrum [15, 16];

— Plus rarement, l'hyperactivité isotopique se résume à 2 zones verticales plus ou moins symétriques toujours situées en dedans de l'interligne sacro-iliaque, sans barre horizontale, voire à une bande unilatérale (fig. 5 a);

— La scintigraphie du sacrum irradié révèle des images plus hétérogènes. De petites plages d'hypofixation témoignent de la présence de séquestres nécrosés.

La scintigraphie du bassin en face postérieure dépiste aussi les fissures iliaques (fig. 6). Toutefois une vue du bassin en face antérieure est indispensable afin de préciser l'existence d'autres localisations. Parmi celles-ci on note une nette prédominance des fractures parasymphysaires et des branches pubiennes. La chronologie de survenue de ces différentes fractures semble variable. Le plus souvent elles se développent simultanément avec aggravation de tous les foyers lors de l'apparition d'une rupture de l'arche pelvienne.

Le scanner constitue la méthode la plus simple pour affirmer le diagnostic de fracture du sacrum. Il s'impose en cas de doute : antécédents néoplasiques (notamment cancer gynécologique irradié), signes cliniques inquiétants (douleurs inflammatoires, déficit neurologique) ou aspect radioscintigraphique atypique. Le scanner apporte plusieurs renseignements précieux :

— il précise la qualité de l'os sous-jacent éliminant la présence d'un processus tumoral. Les images d'ostéoradionécrose sont très évocatrices (fig. 7);

— il retrouve toujours la rupture de la corticale antérieure (fig. 4 c), souvent le trait de fracture (fig. 1 b), qu'il suit

sur toute sa hauteur (fig. 2 b, 2 c) ou une ostéocondensation périlésionnelle;

— il permet de découvrir des foyers de fracture débutants, qu'ils se situent au sommet des ailerons sacrés ou à proximité de la partie inférieure de l'articulation sacro-iliaque;

— il montre l'ostéocondensation horizontale correspondant au corps de la 2^e vertèbre sacrée (fig. 3 d);

— l'étude des tissus mous élimine une tumeur pelvienne ou présacrée.

Conclusion

Les fractures par insuffisance osseuse du sacrum ne sont pas exceptionnelles. Il faut y penser devant des douleurs pelviennes même vagues chez une femme âgée. La radiographie fournira des signes d'orientation montrant de discrets remaniements à type de condensation des ailerons sacrés. La scintigraphie osseuse révélant une image typique en H ou en ailes de papillon et le scanner confirment la fracture. Un diagnostic précoce grâce à ces examens complémentaires non invasifs est hautement souhaitable pour éviter aux malades d'autres investigations inutiles voire dangereuses, et préconiser une mise en décharge garante d'une évolution favorable.

Bibliographie

1. CASEY (D.), MIRRA (J.), STAPLE (T.W.): Parasymphyseal insufficiency fractures of the os pubis. *AJR*, 1984, 142, 581-586.
2. COOPER (K.L.), BEABOUT (J.W.), McLEOD (R.A.): Supraacetabular insufficiency fractures. *Radiology*, 1985, 157, 15-17.
3. COOPER (K.L.), BEABOUT (J.W.), SWEE (R.G.): Insufficiency fractures of the sacrum. *Radiology*, 1985, 156, 15-20.
4. DE SMET (A.A.), NEFF (J.R.): Pubic and sacral insufficiency fractures: clinical cause and radiologic findings. *AJR*, 1985, 145, 601-606.
5. DEVAS (M.): Stress fractures of the pelvis (pp. 138-147), in *Devas M Stress Fracture*, 1975, Edinburgh, London, New York, Churchill Livingstone.
6. GACETTA (D.J.), YANDOW (D.R.): Computed tomography of spontaneous osteoporotic sacral fractures. *J. Comput. Assist. Tomogr.*, 1984, 8, 1190-1191.
7. GAUCHER (A.), COLOMB (J.N.), NAOUN (A.), POUREL (J.), ROBERT (J.), FAURE (G.), NETTER (P.): Radionuclide imaging in hip abnormalities. *Clin. Nucl. Med.*, 1980, 5, 214-226.
8. GAUCHER (A.), PERE (P.), BANNWARTH (B.): Insufficiency fractures of the pelvis. *Clin. Nucl. Med.*, 1986, 11, 518.
9. GAUCHER (A.), PERE (P.), BANNWARTH (B.), AUSSÉDAT (R.): Unusual features of stress fractures of the pelvic girdle. *J. Rheumatol.*, 1986, 13, 826-827.
10. GAUCHER (A.), PERE (P.), RÉGENT (D.), BANNWARTH (B.): Les fractures de contrainte de la ceinture pelvienne des sujets âgés: fractures par insuffisance osseuse. *Sem. Hôp. Paris*, 1986, 62, 2157-2161.
11. GAUCHER (A.), RAUL (P.), WIEDERKEHR (P.), RÉGENT (D.), TREHEUX (A.): Fractures de contrainte des branches pubiennes. *J. Radiol.*, 1982, 63, 471-478.
12. GESLIEN (G.E.), THRALL (J.H.), ESPINOSA (J.L.), OLDER (R.A.): Early detection of stress fractures using 99m Tc polyphosphate. *Radiology*, 1976, 121, 683-687.
13. GUILBEAU (J.C.), ARRIVE (L.), MAURICE (F.), NAHUM (H.): Fracture spontanée du sacrum par « insuffisance ». Une cause méconnue de lombalgie basse chez la femme âgée. *J. Radiol.*, 1986, 67, 741-744.
14. LOURIE (H.): Spontaneous osteoporotic fracture of the sacrum. An unrecognized syndrome of the elderly. *JAMA*, 1982, 248, 715-717.
15. RIES (T.): Detection of osteoporotic sacral fractures with radionuclides. *Radiology*, 1983, 146, 783-785.
16. SCHNEIDER (R.), YACOVONE (J.), GHELMAN (B.): Unspiced sacral fractures: detection by radionuclide bone scanning. *AJR*, 1985, 144, 337-341.
17. TAILLANDIER (J.), MANIGAND (G.), ALFMANNI (M.), DUMONT (D.), TEYSSOU (H.): Fractures spontanées du sacrum. Une cause rare de douleurs sacrées chez les sujets âgés. *Sem. Hôp. Paris*, 1986, 62, 3275-3277.