

Radiolésions osseuses

B. GRIGNON

J. STINES

D. RÉGENT

A. GAUCHER

Arme thérapeutique précieuse dans le domaine carcinologique, la radiothérapie peut être à l'origine de réactions adverses sur le tissu osseux, aux conséquences parfois gravissimes : vitales ou fonctionnelles majeures.

Ces effets secondaires sont variés : troubles de la croissance et de la statique rachidienne chez l'enfant, sarcomes radio-induits, troubles du remodelage osseux avec fractures et ostéoradionécroses.

Les importants progrès réalisés depuis plusieurs années dans les techniques d'irradiation, associés à une bonne connaissance des diverses lésions à la lumière de nombreux travaux, ont permis une nette diminution de leur incidence. Mais surtout, ils ont modifié le visage de certaines d'entre elles : les classiques ostéoradionécroses des hanches, de la ceinture scapulaire, des côtes notamment sont devenues exceptionnelles.

A l'inverse, d'autres radiolésions auparavant rares ou méconnues, de localisation différente, ont aujourd'hui pris le devant de la scène : c'est le cas du sacrum, du pubis, du sternum en particulier. Les fractures de contrainte en constituent le facteur pathogénique dominant, sur un os fragilisé par les remaniements radiques où la nécrose n'est pas constante.

Les aspects « modernes » des radiolésions doivent être bien connus. Ils bénéficient de la confrontation des différentes méthodes d'imagerie actuelles, et sont, dans leur contexte, très évocateurs. Ils seront plus particulièrement détaillés avant de rappeler les données classiques des ostéoradionécroses, des sarcomes radio-induits et des troubles de la statique rachidienne.

Aspects physiopathologiques des radiolésions osseuses

Rayonnements utilisés en thérapeutique

Le but de la radiothérapie est de délivrer une dose de radiations ionisantes capable de détruire des cellules cancéreuses dans un volume donné de l'organisme ; l'absence de spécificité pour ces cellules explique les réactions indésirables parfois observées. Les effets biologiques sont consécutifs aux interactions radiations ionisantes-matière. Ils peuvent être directs (pour les électrons, les neutrons), ou indirects (cas des photons X et γ), par l'intermédiaire de l'effet photoélectrique important pour le tissu osseux et pour les rayonnements de faible énergie, mais surtout de l'effet Compton et de la création de paires pour les niveaux énergétiques plus élevés.

B. GRIGNON : Assistant de Faculté, Assistant des Hôpitaux, CHU Nancy-Brabois
J. STINES : Chef du Service de Radiologie, Centre Alexis-Vautrin, Vandœuvre
D. RÉGENT : Professeur des universités. Praticien hospitalier. Chef du Service de Radiologie, CHU Nancy-Brabois
A. GAUCHER : Professeur des universités. Praticien hospitalier. Chef du Service de Rhumatologie, CHU Nancy-Brabois.

Toute référence à cet article doit porter la mention : GRIGNON B., STINES J., RÉGENT D. et GAUCHER A. - Radiolésions osseuses. - Editions Techniques - Encycl. Méd. Chir. (Paris, France), Radiodiagnostic II, 31185 A⁹, 6-1990, 18 p.

Les conséquences biologiques sont :

- cellulaires, par le biais de l'altération des molécules d'ADN avec mort cellulaire ou surtout perte de la capacité de reproduction, variables selon le type de cellules, et risque de mutation ;

- tissulaires, directes, conséquences du blocage du cycle cellulaire, et indirectes : réaction inflammatoire précoce, fibrose tardive et surtout endartérite oblitérante.

A l'exception de la localisation maxillaire, les radiolésions osseuses sont essentiellement le fait de la radiothérapie externe, en raison de l'importance du volume cible irradié et des caractéristiques des radiations utilisées. Il s'agit de rayonnements électromagnétiques (photons X et γ) et particulaires (électrons).

Les divers types de rayonnements diffèrent notamment par leur énergie, importante à considérer car elle conditionne en grande partie l'absorption osseuse.

- Celle-ci est maximale pour les rayons X émis sous une tension inférieure à 250 kV, initialement utilisés mais presque totalement abandonnés actuellement :

- en dessous de 50 kV, leur pénétration est faible, et ils atteignent rarement le squelette ;

- entre 200 et 250 kV, en revanche, le risque osseux est maximal car l'os est généralement touché et son absorption est de 1,5 à 3 fois supérieure à celle des tissus mous.

- La cobaltothérapie, apparue vers 1960, émet des photons γ d'énergie de l'ordre de 1,2 MeV dont l'absorption osseuse est identique à celle des tissus mous.

- Depuis 1970, d'importants progrès techniques permettent d'utiliser grâce aux accélérateurs de particules :

- des rayons X de haute énergie (6 à 25 MeV) de forte pénétration, de bon rendement en profondeur, avec diminution du rayonnement diffusé,

- des faisceaux d'électrons, dont l'absorption tissulaire diffère de celle des rayons X avec une décroissance très rapide de la dose après une pénétration plus ou moins importante selon leur énergie.

Ces rayonnements ont permis de limiter considérablement les radiolesions, entre autres, osseuses.

- La curiethérapie par sources scellées fait essentiellement appel à des radio-isotopes artificiels (césium 137, iridium 192, émetteurs γ de faible énergie). Son principe est de délivrer dans un faible volume une dose importante avec une décroissance très rapide autour. Seules les structures osseuses au contact du volume cible sont susceptibles de recevoir une irradiation importante (en particulier la mandibule pour les cancers de la cavité buccale).

Les doses absorbées sont actuellement exprimées en grays : Gy (1 Gy = 100 rad).

Les autres facteurs intervenant dans les effets secondaires de la radiothérapie : importance du volume cible, fractionnement, recouplement de deux champs jointifs, sont beaucoup mieux contrôlés depuis plusieurs années grâce aux progrès du repérage, de la dosimétrie et des connaissances radiobiologiques. La dose totale délivrée à la structure osseuse reste le facteur principal de risque d'ostéoradionécrose.

L'os irradié : étude histopathologique - corrélations radiologiques

« Le tissu irradié se brûle lui-même, brûle la paroi de ses vaisseaux sanguins et la couche mince de tissu conjonctif (périoste, muqueuses) qui l'enveloppe » (Regaud) [27].

L'effet délétère des rayonnements sur le tissu osseux fait intervenir plusieurs facteurs. Il existe, d'une part, une toxicité directe sur les cellules osseuses et des troubles du remodelage osseux, responsables de remaniements atrophiques, avec diminution du nombre des travées et amincissement cortical. D'autre part, les lésions radiques des petits vaisseaux jouent un rôle majeur dans la constitution de nécroses sur cet os fragilisé. Des microfractures ou des fractures, d'observation très fréquente, sont favorisées par ces deux mécanismes.

Les contraintes mécaniques et parfois l'infection constituent d'importants facteurs associés aux lésions directes et indirectes des radiations sur le tissu osseux.

Lésions cellulaires

La toxicité des rayonnements sur les différents types cellulaires a fait l'objet de plusieurs travaux [8, 12] :

- les ostéoblastes sont altérés dès les premiers jours par des doses moyennes d'irradiation et la plupart sont détruits vers le 10^e jour, sans toutefois qu'il y ait disparition complète des ostéocytes, qui conservent au moins en partie leurs capacités fonctionnelles ;

- les cellules médullaires sont plus fragiles encore, et même leur débris disparaissent dès le 1^{er} jour suivant une irradiation à forte dose ;

- les ostéoclastes, en revanche, apparaissent insensibles aux rayonnements ;

- il faut souligner la grande sensibilité aux rayonnements des cellules des cartilages de conjugaison, en particulier des couches basales, responsables des troubles de croissance chez l'enfant.

Chez l'homme, les remaniements radiques osseux apparaissent à partir de 30 Gy, avec un facteur de susceptibilité individuelle. Le risque de nécrose survient à partir de 50 Gy.

Troubles du remodelage osseux

Les études expérimentales ont montré qu'il existe constamment après irradiation une dépression de la capacité d'ostéoformation, qui persiste au moins plusieurs mois [16].

Son évolution est ensuite liée à la dose et au fractionnement [20].

La séquence des modifications histologiques a été précisée chez le lapin par King et coll [20]. Au niveau de l'os cortical, après irradiation de 1756 rad en une seule exposition :

- les dommages vasculaires et cellulaires induisent une réaction de type inflammatoire avec développement d'une importante néovascularisation, maximale au cours des deux premiers mois ;

- le remodelage osseux s'intensifie alors progressivement avec, dans les six premiers mois, prédominance de la résorption sur la construction. Puis ce phénomène s'inverse ;

- au 12^e mois, la néovascularisation a nettement diminué et le turnover osseux est légèrement accéléré.

Ces modifications sont plus prononcées après une exposition unique qu'après fractionnement des doses.

Au niveau de l'os trabéculaire, les événements sont sensiblement superposables, avec dépression dans un premier temps du remodelage osseux, puis reprise de celui-ci.

D'autres travaux expérimentaux chez le lapin montrent qu'après une irradiation de 15 Gy, les troubles du remodelage osseux sont réversibles après la 15^e semaine, alors qu'ils persistent au-delà de 30 semaines pour une dose de 25 Gy [17].

Lésions vasculaires

Elles sont dominées par la survenue d'une endartérite oblitérante progressive, responsable d'une réduction progressive de la lumière des petits vaisseaux, secondaire à la fibrose de leur paroi. Cette fibrose apparaît dès la dose de 6 Gy, elle est proportionnelle à l'importance du volume irradié. Sa constitution est tardive, et ses effets apparaissent à partir du 6^e mois.

Les radiations ionisantes induisent précocement une réaction inflammatoire, au décours de laquelle on a également décrit une diminution de la capacité de néoformation et une atrophie des capillaires, en particulier au niveau du périoste et de l'os périostique.

Remaniements de l'os haversien

Les destructions cellulaires et les troubles du remodelage osseux aboutissent à la formation de cavités de résorption au sein de l'os cortical.

Elles se traduisent radiologiquement par des images lacunaires habituellement bien limitées. Leur caractère parfois très localisé peut être source de difficultés diagnostiques [30].

Elles peuvent se remplir de tissu conjonctif, mais aussi évoluer vers la nécrose, avec disparition de tout signe de vitalité cellulaire. Elles favorisent la survenue de microfractures [28].

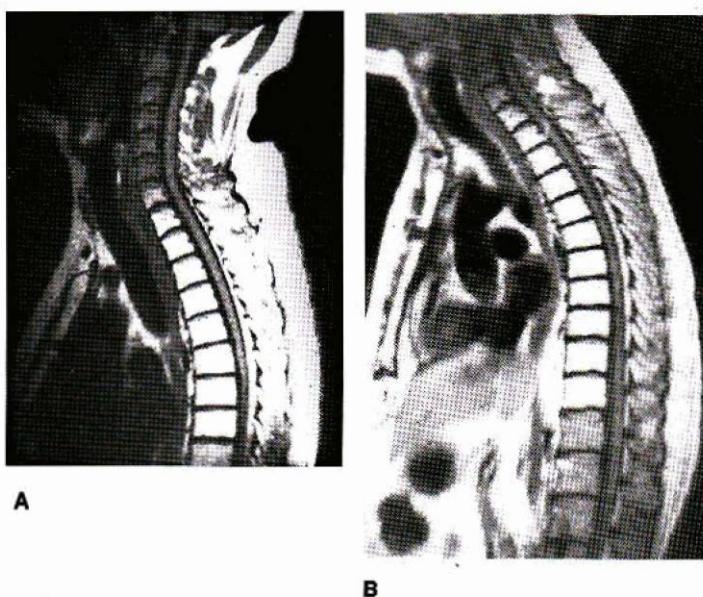
Remaniements de l'os trabéculaire

Ils induisent très souvent la formation de tissu osseux atypique, se traduisant radiologiquement par un aspect d'ostéomyélosclérose hétérogène « micronodulaire », siégeant en particulier dans les régions épiphysaires [29].

Les cellules médullaires sont les plus sensibles aux rayonnements. Leur remplacement ne peut se faire qu'à partir de territoires non irradiés. La nécrose des différents constituants médullaires est à l'origine d'une involution adipeuse, bien mise en évidence par le scanner [40] mais surtout par l'IRM [36] (fig. 1), puis parfois fibreuse de la moelle.

Ostéonécrose

L'interruption du flux sanguin par la diminution progressive de calibre de la lumière vasculaire secondaire à l'endartérite oblitérante progressive constitue pour la plupart des auteurs



1

Involution adipeuse de la moelle osseuse après radiothérapie.

Patient de 43 ans, porteur d'un lymphome malin non hodgkinien de haute malignité, à localisation médiastinale antéro-supérieure, traité en 1988 par chimiothérapie et radiothérapie dont le champ inclut le rachis dorsal.

Très net hypersignal médullaire des vertèbres dorsales sur les séquences pondérées en T1, par rapport au rachis cervical (A) et lombaire (B), traduisant l'involution adipeuse de la moelle.

le phénomène majeur de la pathogénie de l'ostéonécrose radique [26].

Ce mécanisme est néanmoins contesté par d'autres pour lesquels les altérations cellulaires seraient le facteur principal [13].

A la différence des autres ostéonécroses, la survenue des lésions est ici progressive [26], la tête fémorale en constitue le site classique de prédilection, mais des infarctus osseux peuvent s'observer dans les régions diaphysaires comme dans les régions épiphysaires et intéresser tant l'os cortical que l'os spongieux.

Des calcifications du canal médullaire, et le comblement par des débris calcifiés des canaux de Havers sont fréquemment observés sur le plan histologique.

Un séquestre osseux apparaît si l'os spongieux adjacent est sain et délimite la zone nécrosée. Mais si l'évolution de la nécrose est lente, l'infarctus peut se développer progressivement sans constitution de séquestre [26].

L'image radiologique de clarté gazeuse par collapsus, classique au niveau de la tête fémorale, est particulièrement évocatrice, notamment dans les radionécroses des corps vertébraux [14].

Microfractures et fractures

Les remaniements radiques avec raréfaction des cellules osseuses, cavités de résorption, ostéonécrose, troubles du remodelage osseux favorisent la survenue de fractures complètes en zone irradiée, ou à la jonction os sain - os remanié, en particulier au niveau du col fémoral, de la clavicule, des côtes, du sacrum.

Des microfractures sont plus fréquentes encore, notamment sur l'os cortical, rappelant l'aspect observé dans la maladie de Paget et l'ostéopétrose. Les contraintes mécaniques jouent un rôle important dans leur constitution et dans leur localisation.

Autres lésions

Ont été rapportées après radiothérapie :

- des nécroses du cartilage articulaire, ainsi qu'une localisation isolée de chondrocalcinoïse articulaire, chez un sujet jeune, sans prédisposition familiale ni métabolique [5] ;

- des réactions synoviales de type inflammatoire, avec résorption de séquestre [13] ;
- des épaissements périostés isolés [13].

Radiolésions osseuses

Elles sont connues de longue date puisque la première description de main radique est due à Walsch [49] en 1897.

Les radionécroses de la mandibule, des hanches, de la ceinture scapulaire et des côtes, d'observation très fréquente autrefois, ont été particulièrement bien étudiées à la suite de nombreux travaux. Certaines étaient étroitement liées aux conditions techniques et sont devenues très rares.

Aspects actuels**Radiolésions pelviennes**

Aux atteintes des hanches bien connues, après la description princeps de Baensch [1] et l'étude d'importantes séries, se sont progressivement substituées les autres localisations, du sacrum, du pubis et des branches ischio- et ilio-pubiennes qui méritent d'être connues, en raison de leur aspect radiologique très évocateur, afin d'éviter une nouvelle irradiation ou une biopsie inutile voire dangereuse. Si la nécrose peut s'observer dans ces lésions, les fractures de contrainte en constituent le trait pathogénique majeur. Elles reflètent les conséquences des sollicitations mécaniques sur des pièces osseuses aux qualités mécaniques altérées par l'irradiation.

Radiolésions sacrées

Elles ont pris une acuité particulière depuis plusieurs années, à la suite de la publication de plusieurs travaux sur cette localisation [21]. Elles sont loin d'être exceptionnelles. Le sacrum est en effet un lieu de prédilection de telles pathologies : inévitablement irradié lors du traitement des cancers gynécologiques, il est de plus toujours soumis à d'importantes contraintes mécaniques, et ainsi très exposé aux risques de fractures de contrainte.

- Le terrain de survenue est stéréotypé : femmes âgées aux antécédents de cancer gynécologique, en particulier du col utérin, traitées par radiothérapie externe de haute énergie et parfois endocuriethérapie. L'homme apparaît relativement épargné probablement en raison du moindre degré d'ostéoporose dans la même tranche d'âge.

- La circonstance de découverte habituelle, en effet, est une fracture par insuffisance osseuse, de pathogénie intriquée : la déminéralisation osseuse habituelle à cet âge, notamment chez la femme, contribue à fragiliser l'os irradié, aux propriétés mécaniques amoindries.

Des sciatgies, parfois bilatérales, en règle non déficitaires, des douleurs inguinales, peuvent s'associer aux douleurs sacrées. L'état général est habituellement respecté.

- Le délai de latence peut être très long, variant de 3 à 30 ans.

- Si l'association de complications radiques cutanées ou viscérales peut faire d'emblée évoquer le diagnostic, il faut noter l'importance d'un interrogatoire minutieux recherchant des antécédents d'irradiation pelvienne même lointains.

Radiologie

- Les radiographies standards sont souvent d'interprétation difficile :

Elles montrent les stigmates de l'irradiation : importants remaniements mal limités de la structure osseuse, à prédominance de condensation nodulaire, du spongieux, respectant les corticales, s'étendant progressivement sur plusieurs années, avec parfois présence de calcifications dans les parties molles.



A



B

Elles peuvent révéler des signes directs de fracture sacrée récente (opacité nuageuse d'un aileron sacré), d'appréciation parfois délicate dans le contexte, et/ou indirects (élargissement d'un interligne sacro-iliaque par impaction des fragments nécrosés), et parfois d'autres localisations.

- L'hyperfixation à la scintigraphie osseuse est habituellement caractéristique, avec son aspect en ailes de papillon ou en H, auquel manque parfois la branche horizontale. Une hétérogénéité, une asymétrie ou une unilatéralité de fixation (les fragments osseux nécrosés ne fixant plus l'isotope) ont aussi été observées.

- La scanographie apporte des arguments diagnostiques précieux. Elle précise les remaniements trabéculaires, confirme la rupture de la corticale antérieure témoignant de la fracture, montre l'absence d'extension aux parties molles, élimine une éventuelle lésion maligne métastatique ou sarcomateuse, ou encore infectieuse (fig. 2).

- Les différentes méthodes d'imagerie peuvent révéler d'éventuelles complications viscérales (grêle radique par exemple) qui constituent d'intéressantes contributions diagnostiques.

- L'évolution est en règle favorable sous l'effet du repos de plusieurs semaines avec reprise progressive des activités physiques.

Atteinte du pubis et/ou des branches ischio- et ilio-pubiennes

Elle est beaucoup moins rare qu'on ne le considère classiquement. Elle doit être parfaitement connue pour ne pas entraîner d'erreurs diagnostique et/ou thérapeutique potentielle lourdes de conséquences. Elle est fréquemment associée aux lésions sacrées (fig. 3).

Cliniquement

L'atteinte de la région parasymphysaire est responsable de douleurs progressives, sans impotence fonctionnelle marquée, à la différence de l'atteinte des branches ilio- et ischio-pubiennes [30].

Radiologie

Elle se traduit toujours par une ostéocondensation irrégulière, hétérogène, de limites floues, sur un os par ailleurs déminéralisé. Le pubis peut être le siège d'une lyse, avec élargissement de la symphyse dont les berges sont irrégulières, en dehors de toute complication infectieuse, et qui évolue spontanément vers la condensation.

Les fractures des branches ilio- et ischio-pubiennes, les disjonctions de la symphyse pubienne, ne sont pas rares.

Les calcifications des parties molles pubiennes peuvent s'observer en dehors de la survenue d'un sarcome radio-induit ou d'une surinfection.

Cet aspect radiologique, souvent trompeur, doit être formellement reconnu afin d'éliminer les principaux diagnostics différentiels : métastase, atteinte de contiguïté, infection, sarcome radio-induit. Le scanner est précieux pour confirmer l'absence de masse des parties molles [30].

Radiolésions de la ceinture scapulaire

Radiolésions du sternum

Elles sont loin d'être exceptionnelles. Elles sont essentiellement le fait de fractures de contrainte survenant sur un os fragilisé soit à la faveur de troubles de la statique rachidienne (cyphose dorsale notamment), soit à l'occasion de sollicitations inhabituelles (effort de toux)

Clinique

La symptomatologie clinique variable, souvent discrète, peut cependant parfois en imposer pour une urgence cardio-respiratoire.

Radiologie

Le sternum est le siège d'une ostéocondensation hétérogène. La fracture peut apparaître sous forme d'un trait transversal, bien visible en particulier en incidence de profil, avec parfois ostéosclérose des berges, déplacement des fragments, épaississement des parties molles adjacentes. Mais parfois, les clichés standards sont d'interprétation plus difficile, la zone fracturaire ne se révélant que par une condensation difficile à distinguer des remaniements radicaux.

- La scintigraphie osseuse prend alors tout son intérêt. Elle révèle précocement une hyperfixation intense, horizontale ou oblique, le plus souvent à la jonction un tiers supérieur-deux tiers.

- L'apport de la scanographie est capital. Elle authentifie la fracture et permet le plus souvent d'éliminer une éventuelle lésion maligne, métastatique ou radio-induite.

- Des renseignements encore plus précis peuvent être apportés par l'IRM (fig. 4).



C

2 Radiolésions sacrées et para-symphysaires gauches avec fractures de contrainte.

Patiente née en 1912; néoplasme ovarien traité par radiothérapie en 1981.

A. Cliché de bassin en 1983:

- Fracture parasymphysaire gauche au sein d'une zone d'ostéocondensation.
- Remaniements radiaires débutants de la région sacrée, légèrement condensée et hétérogène.

B. Cliché de bassin en 1985:

- Ostéocondensation très hétérogène du sacrum et de la région parasymphysaire gauche.

C. Cliché de bassin en 1989:

- Extension de la zone de radionécrose sacrée, fracturée.
- Pseudarthrose de la fracture parasymphysaire gauche avec déplacement des fragments osseux.

D. Scintigraphie osseuse en incidence postérieure en 1985:

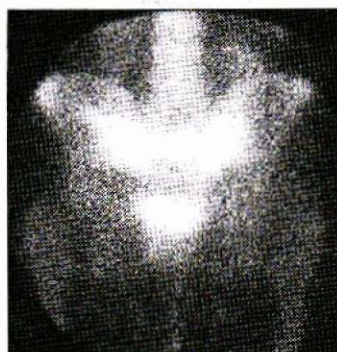
- Hyperfixation en « H », caractéristique des fractures par insuffisance osseuse du sacrum.

E. Scintigraphie osseuse en incidence antérieure:

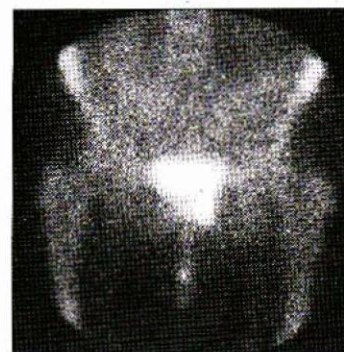
- Hyperfixation parasymphysaire gauche.

F, G. Coupes scannographiques réalisées en 1985 du sacrum (F) et de la symphyse pubienne (G):

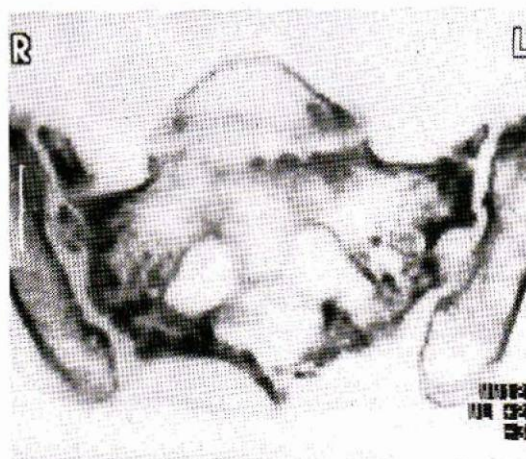
- Remaniements hétérogènes de la trame osseuse avec ostéocondensation, multiples traits de fracture, rupture de la corticale; pas de masse des parties molles.



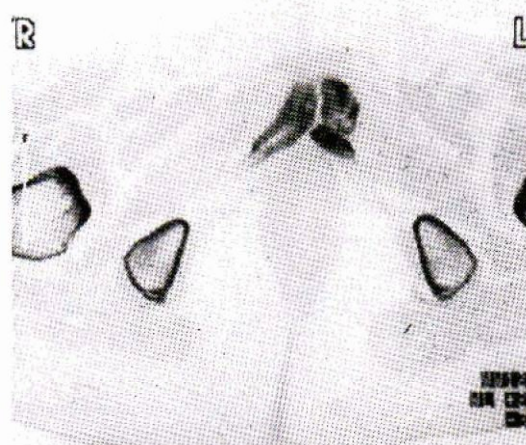
D



E



F



G

Fractures costales de contrainte

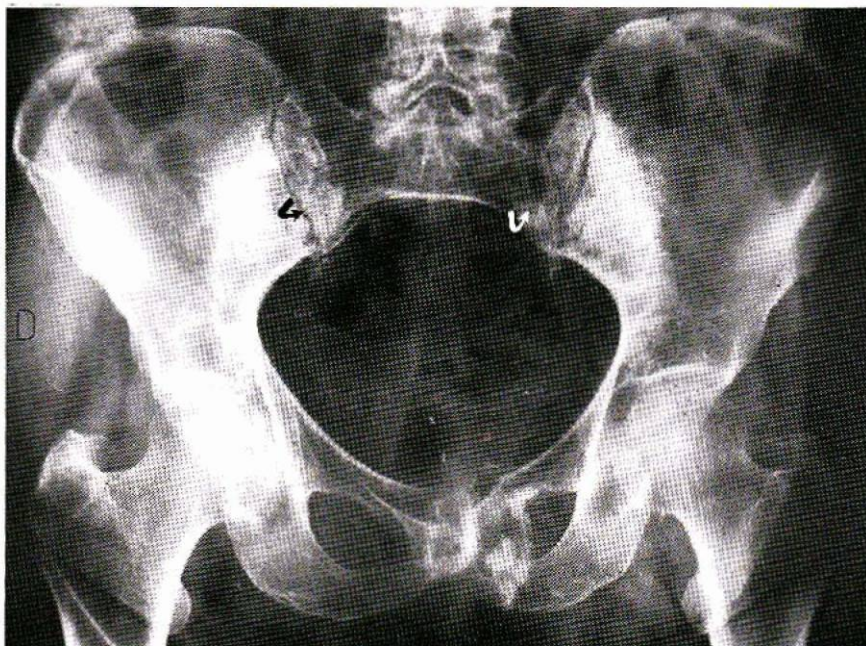
Elles sont d'observation très fréquente. Différentes des fractures classiques des côtes survenant sur un os nécrotique qui s'observaient après irradiation pour cancer du sein par des rayonnements X de 200 kV, elles réalisent des images fissuraires siégeant sur la ligne axillaire antérieure des trois premières côtes, confirmées au besoin par la scintigraphie osseuse.

Ostéoradionécroses rachidiennes

Elles ont été assez rarement rapportées. Ceci s'explique sans doute en partie par une exposition moins importante aux rayonnements, mais aussi par une probable méconnaissance fréquente de ces lésions.

En effet, révélées par des rachialgies d'intensité variable, elles peuvent en imposer pour un tassement ostéoporotique banal. En fait, celui-ci s'accompagne en règle d'une image claire de dissection gazeuse au sein du corps vertébral, habituellement située sous le plateau supérieur, signalée dès 1971 [14] et considérée ultérieurement comme un témoin très précieux des ostéonécroses rachidiennes quelle que soit leur étiologie [32].

La signification de cette image est un collapsus vertébral, d'origine ischémique, traduisant la nécrose radiaire du corps vertébral. Si ce signe n'est pas spécifique (il a été décrit lors de tassements ostéoporotiques bénins, de certains traumatismes et du myélome), il permet en principe d'écarter une origine métastatique [32].



A

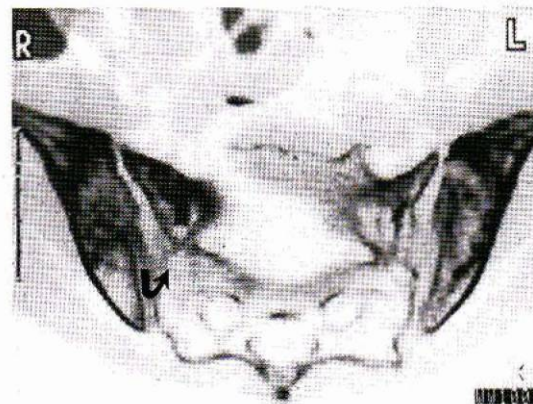
3 Radiothérapie sur néoplasme utérin.

Patiente de 78 ans, traitée 8 ans auparavant par chirurgie et radiothérapie pour néoplasme utérin.

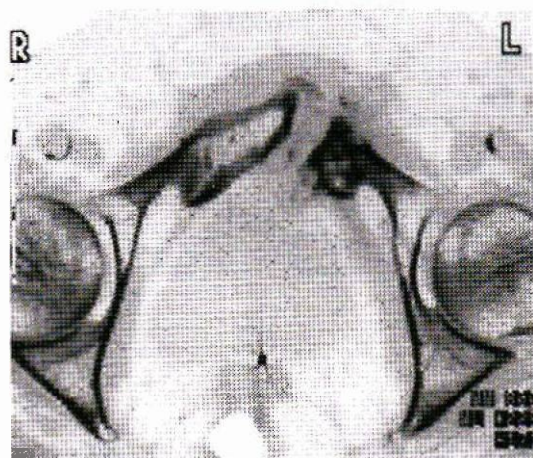
A. Importante ostéocondensation hétérogène, iliaque bilatérale, sacrée, avec fractures de contrainte (flèches), et pubienne. Fracture parasymphysaire déplacée.

B. Coupe scanographique précisant les remaniements de la structure osseuse sacrée et iliaque, avec condensation prédominante. Traits de fracture en particulier sacré droit avec décrochage de la corticale (flèche).

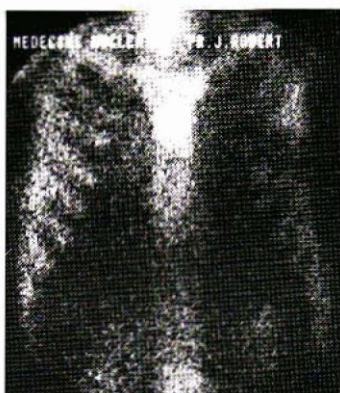
C. Fracture déplacée sur remaniements radicaux parasymphysaires gauches avec hématome des parties molles contenant quelques calcifications. Une biopsie a précisé l'absence de lésion maligne radio-induite.



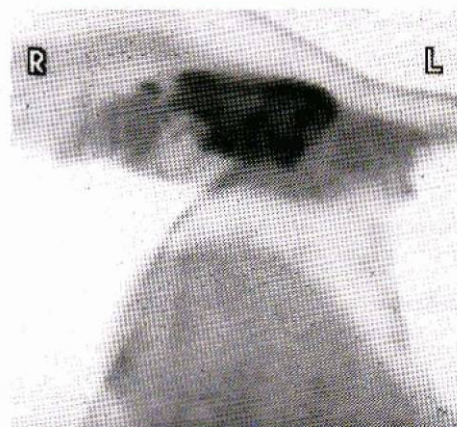
B



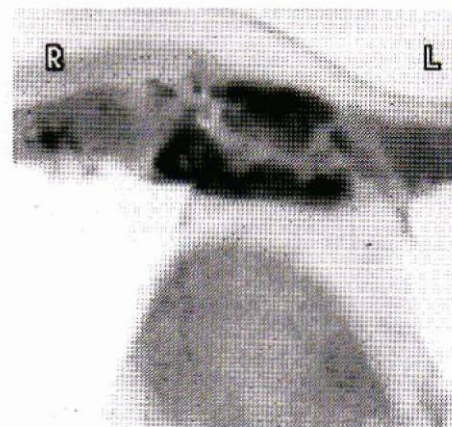
C



A



B



C

4 Radiolésions du sternum.

Antécédents de néoplasme mammaire traité par chirurgie et radiothérapie en 1975, chez une patiente née en 1912.

En 1989, douleurs thoraciques antérieures - hyperfixation du sternum à la scintigraphie osseuse.

A. Scintigraphie osseuse : hyperfixation du corps du sternum.

B. Coupes scanographiques : remaniements radicaux à type d'ostéocondensation hétérogène du corps du sternum.

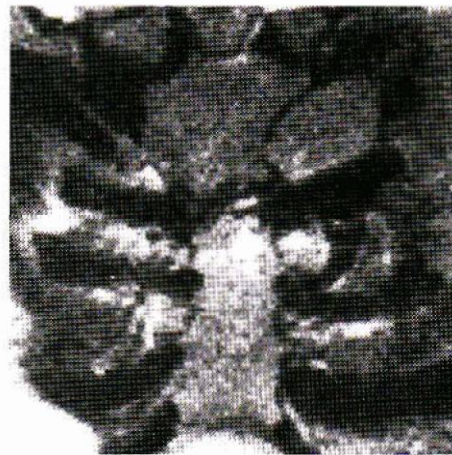
C. Fracture transversale - présence de séquestres osseux.

D, E. Coupes IRM frontales pondérées en T1 (D) et en T2 (E).

Trait de fracture oblique se traduisant par une bande d'hyposignal dans les deux séquences, bordé en T2 d'une bande d'hypersignal, au sein d'une zone en hyposignal T1 - hypersignal T2, caractérisant l'œdème local.



D



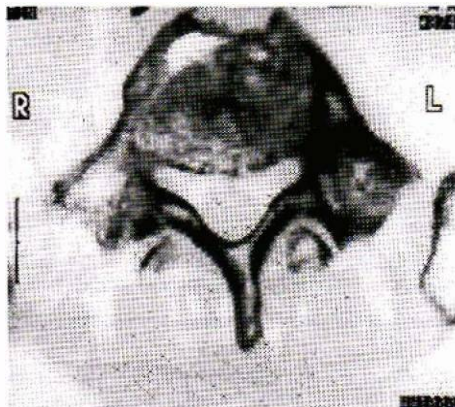
E



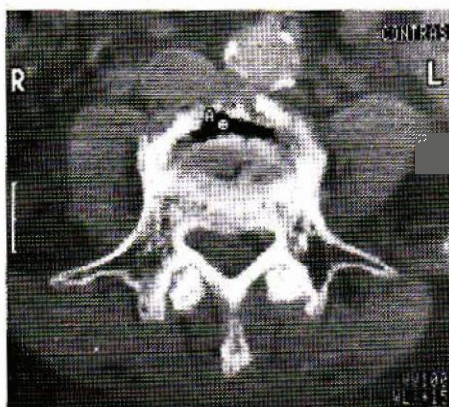
A



B



C



D

5 Radionécrose rachidienne.

Patiente de 75 ans, traitée en 1981 pour un folliculome ovarien par hystérectomie, radiothérapie et chimiothérapie. En 1986, apparition de douleurs lombosacrées alors que s'est développée une radiodermite.

A, B. Clichés standards réalisés en 1986. Tassement des trois dernières vertèbres lombaires, avec image de dissection gazeuse, intracorporelle, de L4.

C, D. Coupes scanographiques. Elles montrent les remaniements radiques hétérogènes de la trame osseuse (C) et l'image de vide intrasomatique qui témoigne du collapsus vertébral (D).

Parfois, l'aspect est encore plus évocateur de l'origine radique, avec une condensation irrégulière d'une partie de la vertèbre tassée [14]. Le scanner est très précieux pour analyser les remaniements structuraux de l'os spongieux et montrer ici encore les ostéocondensations micronodulaires caractéristiques de l'os irradié (fig. 5).

La localisation la plus fréquente concerne le rachis lombaire bas et l'atteinte associée du sacrum est alors la règle.

Formes classiques

Ostéoradionécroses avec infection

Radiolésions maxillaires

Elles représentent la forme de loin la plus fréquente. Elles intéressent presque exclusivement la branche horizontale de la mandibule. Elles compliquent notamment l'irradiation des cancers du plancher de la bouche, de la gencive inférieure et de l'amygdale. La surinfection joue un rôle majeur dans leur survenue.

Le fait que certains facteurs favorisants de l'infection (mauvaise hygiène bucco-dentaire, traumatismes - notamment avulsions dentaires trop proches de l'irradiation) fassent actuellement l'objet de mesures thérapeutiques rigoureuses, en particulier préventives, et l'utilisation successive de la radiocobaltothérapie

puis des rayonnements de haute énergie ont nettement diminué leur fréquence, mais elles restent loin d'être exceptionnelles.

Connues de longue date, notamment après les travaux de Ennuyer et coll [12], elles se présentent avec une intensité très variable :

- les signes fonctionnels peuvent être discrets ou absents avec à l'examen mise à nu d'un segment osseux d'aspect grisâtre, nécrotique ;

- les formes plus bruyantes ne sont pas rares : douleurs parfois majeures, trismus, surinfection, fistulisations cutanées et muqueuses, syndrome infectieux général.

Elles se traduisent radiologiquement par une ostéolyse plus ou moins étendue, de contours flous, alternant avec des zones de condensation hétérogène, dans les formes graves, avec fractures secondaires, et constitution de séquestres (fig. 6).

Parmi les autres atteintes du squelette crano-facial beaucoup plus rares, notons le caractère souvent asymptomatique des localisations du maxillaire supérieur, de diagnostic souvent radiologique, et à l'inverse, la possibilité de complications neurologiques des localisations osseuses temporales notamment.

Ostéoradionécroses massives

Elles intéressaient essentiellement la hanche et moins fréquemment l'épaule. Étroitement liées aux conditions techniques d'irradiation, elles s'observaient après cyclothérapie. Avec les

importants progrès de la radiothérapie, elles sont devenues exceptionnelles.

Lésions de la hanche

Elles ont été en particulier bien étudiées par Duparc [11] et de Sèze [42] avec leurs trois formes classiques (nécroses de la tête fémorale, du cotyle, et fracture du col fémoral).

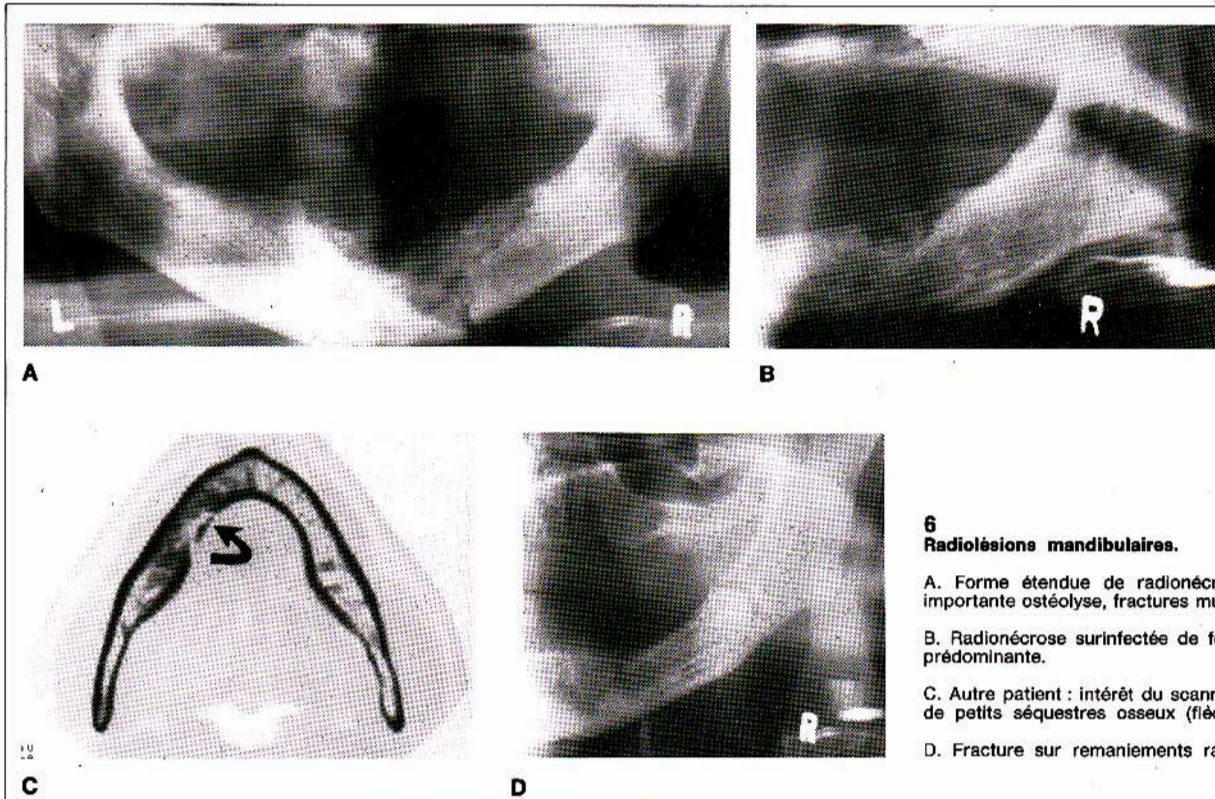
La nécrose de la tête fémorale ne se distingue des ostéonécroses primitives que par son atteinte plus massive et son évolution rapide avec destruction de l'interligne articulaire. Elle impose en règle la mise en place d'une prothèse totale de hanche (fig. 7).

La nécrose du cotyle est plus rare, mais plus caractéristique.

Elle se manifeste par une riche symptomatologie fonctionnelle (douleurs, impotence). Radiologiquement, elle se traduit :

- d'abord par une condensation hétérogène du cotyle ;
- puis par une fracture de l'arrière-fond du cotyle ;
- pour aboutir à une protrusion acétabulaire.

Elle s'associe volontiers à une coxopathie rapidement destructrice avec nécrose céphalique, ou plus rarement à d'autres radiolésions du squelette (fig. 8).



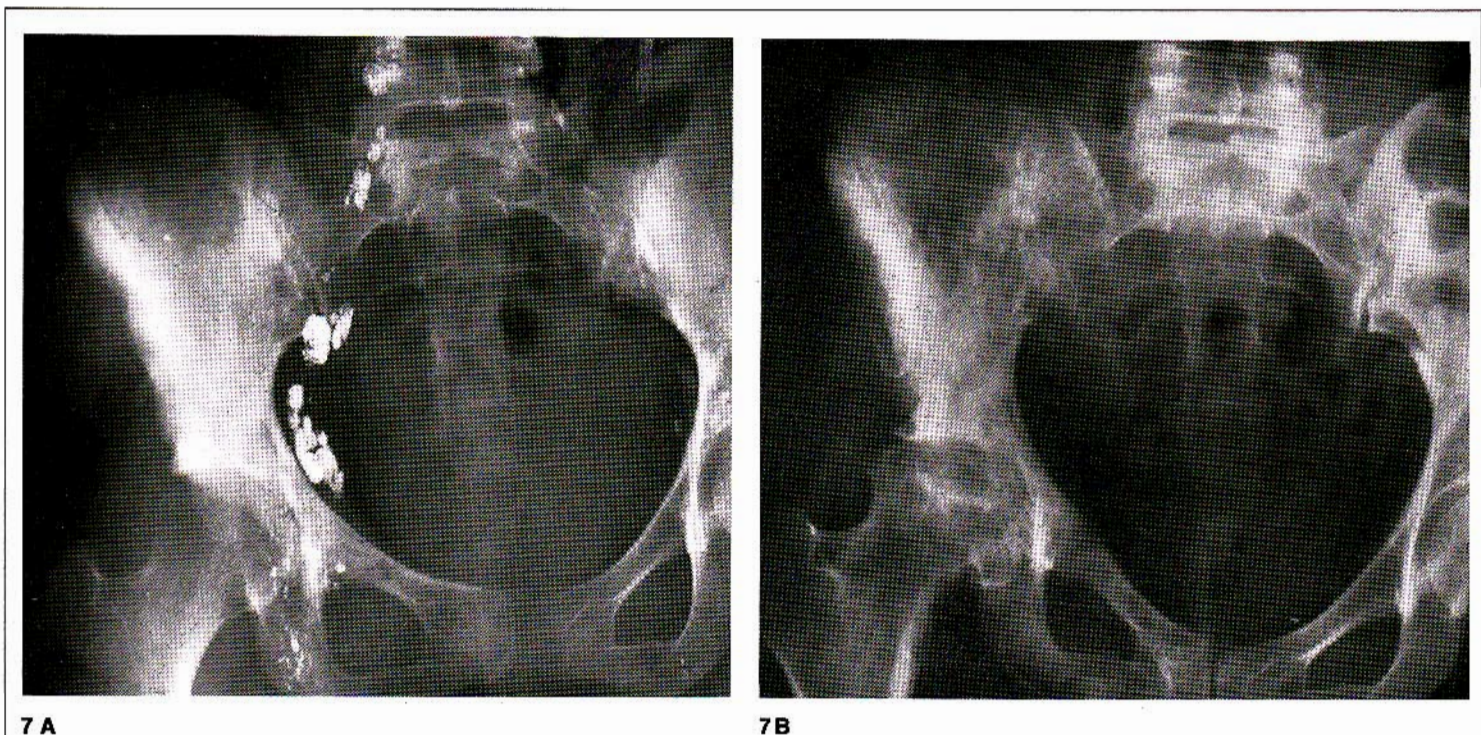
6 Radiolésions mandibulaires.

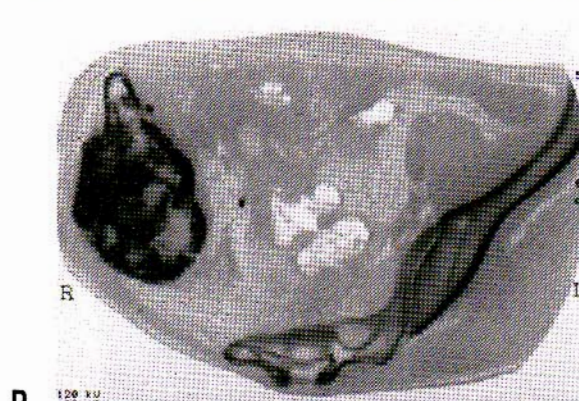
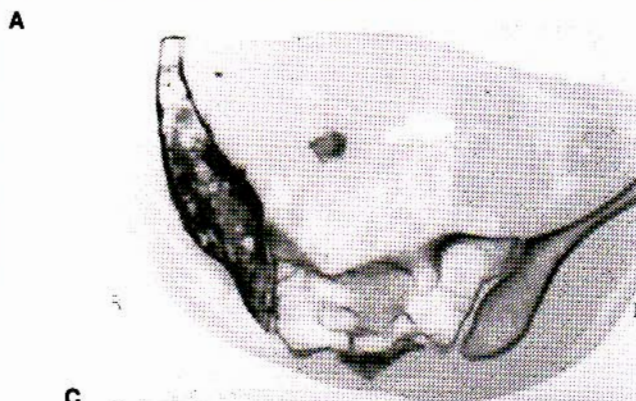
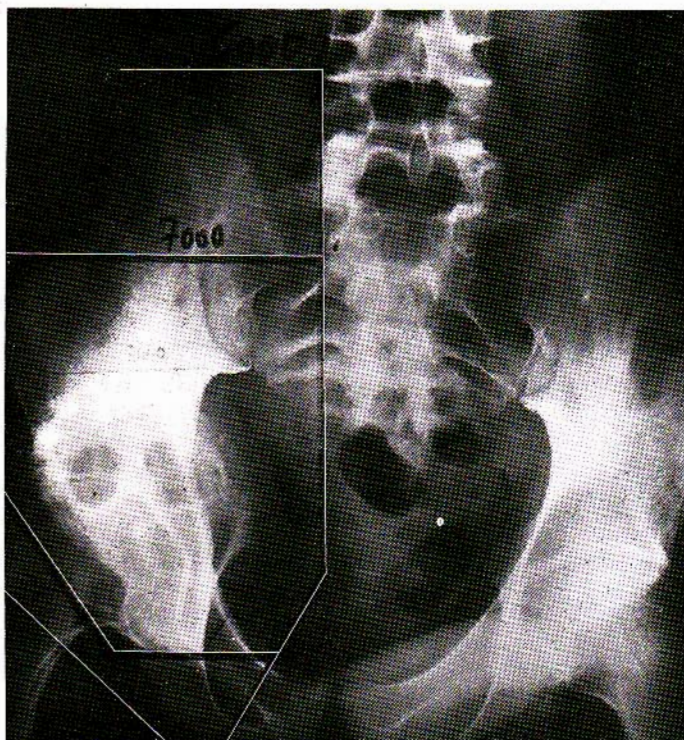
A. Forme étendue de radionécrose de la mandibule avec importante ostéolyse, fractures multiples et séquestres osseux.

B. Radionécrose surinfectée de forme limitée, avec ostéolyse prédominante.

C. Autre patient : intérêt du scanner pour la mise en évidence de petits séquestres osseux (flèche).

D. Fracture sur remaniements radiques de la mandibule.





8 **Forme « historique » de lésions radiques de hanche après irradiation massive.**

A. Cliché de centrage avant irradiation pour tumeur de la hanche droite étiquetée ostéosarcome (?).

B. Cliché réalisé deux ans après.

C, D. Coupes scanographiques passant par l'aile iliaque (C) et le toit du cotyle (D). Elles précisent les remaniements structuraux typiques d'une ostéoradionécrose massive et la fracture du toit du cotyle.

- Lésions radiques majeures de l'hémibassin droit après des doses massives. Concordance topographique parfaite avec le champ d'irradiation.
- Aspect de hanche radiothérapique « historique » avec nécroses de la tête fémorale et du cotyle, fractures du col fémoral et de la région sus-cotyloïdienne, destruction articulaire avec protrusion acétabulaire.



7 **Radionécrose de la hanche.**

Radionécrose de la hanche droite et fibrosarcome radio-induit iliaque, après irradiation pour lymphome de Parker-Jackson droit, 8 ans auparavant.

A. Cliché avant irradiation. Tumeur de Parker-Jackson iliaque droite.

B. Cliché réalisé après. Ostéonécrose massive de la tête fémorale droite, avec important séquestre, destruction complète de l'interligne articulaire coxo-fémoral, remodelé arthrosique de l'articulation. Fracture de l'aile iliaque droite et remaniements hétérogènes avec zones lytiques très suspectes.

C. Quelques mois plus tard. Accentuation de la destruction articulaire coxo-fémorale avec protrusion acétabulaire traduisant la nécrose du cotyle et des remaniements iliaques droits.

D. Coupe scanographique précisant la destruction osseuse iliaque droite, par une volumineuse masse avec extension importante aux parties molles. La biopsie confirme le fibrosarcome.



A



B



C



D

9 Radionécrose de la tête humérale.

A, B. Clichés réalisés à un an d'intervalle chez une malade irradiée antérieurement pour cancer mammaire : Evolution rapide des lésions nécrotiques avec destruction articulaire. Présence de calcifications des parties molles d'origine radique.

C, D. Formes « historiques » avec destruction articulaire majeure (C) et fracture radique associée de la diaphyse humérale (D).

Radionécroses de la tête humérale

Elles sont rares et n'ont en règle pas de spécificité par rapport aux nécroses primitives. Révélées par des douleurs et une impotence fonctionnelle, elles se traduisent par des anomalies du contour céphalique et l'association de géodes et de condensation. L'image de dissection gazeuse manque habituellement mais elle a été rapportée dans quelques cas de lymphomes hodgkiniens irradiés [34]. Beaucoup plus rares que les ostéonécroses de la tête fémorale, elles semblent favorisées par l'association à une polychimiothérapie et à une corticothérapie, notamment dans le cas de la maladie de Hodgkin (fig. 9).

Radiolésions fracturaires sévères

Elles sont également devenues beaucoup plus rares.

Fractures du col fémoral

Responsables de douleurs inguino-crurales à la mise en charge, elles sont classiquement décrites selon trois stades [11] :

- type 1 : trait de condensation sous-capital, perpendiculaire à l'éventail de sustentation, imposant la décharge pendant trois mois,
- type 2 : bascule en bas et en arrière de la tête fémorale,
- type 3 : séparation complète de la tête par rapport au col, responsable d'une impotence complète, nécessitant comme le type 2 une arthroplastie totale.

Fractures costales

Le cancer du sein en représente la circonstance étiologique la plus fréquente.

L'amaigrissement cortical et la déminéralisation qui suivent très souvent l'irradiation, après un délai de 2 à 3 ans, favorisent la survenue de fractures, sans traumatisme déclenchant, ni symptomatologie clinique bruyante.

Elles prédominent sur les premières côtes, carrefour des volumes cibles axillaire, sus-claviculaire et thoracique, sur l'arc antérieur ou moyen. Elles sont volontiers multiples, ou associées à d'autres radiolésions du squelette ou des parties molles.

Sur le plan radiologique, elles se distinguent des fractures traumatiques par la largeur de leur trait et surtout les remaniements des fragments osseux adjacents.

Leur évolution est en règle favorable, plus ou moins lente, vers la consolidation (fig. 10).

Fractures de la clavicule

Elles s'observent également surtout après irradiation du cancer du sein, et des lymphomes hodgkiniens ou non hodgkiniens. Elles se rapprochent des fractures costales, mais sont plus rares, plus tardives et plus fréquemment encore associées à des radiolésions des tissus mous (« gros bras », fibrose pulmonaire...). Leur aspect radiologique est, comme pour les précédentes, une perte de substance dans une zone de remaniements osseux. Elles évoluent habituellement vers la pseudarthrose.

Des fractures du col chirurgical de l'humérus ont été également rapportées [18].

Sarcomes osseux radio-induits

Ils constituent une complication bien connue de la radiothérapie, qui reste relativement rare. Habituellement tardifs, ils demeurent de très mauvais pronostic malgré les progrès de la chimiothérapie.

La première description en fut donnée par Marie et coll. lors de travaux expérimentaux [24].

Définition, incidence

Ils sont définis par les classiques critères de Cahan [48] :

- 1. absence de signes radiologiques et/ou histologiques de tumeur préexistante sur l'os considéré ;
- 2. topographie correspondant au champ d'irradiation ;
- 3. existence d'une période de latence assez longue entre l'irradiation et la survenue du sarcome (de l'ordre de 5 ans) ;
- 4. confirmation histologique.

Leur incidence reste faible : 0,2 % environ à 10 ans dans le cadre du cancer du sein [2], 0,4 % à 20 ans [16].

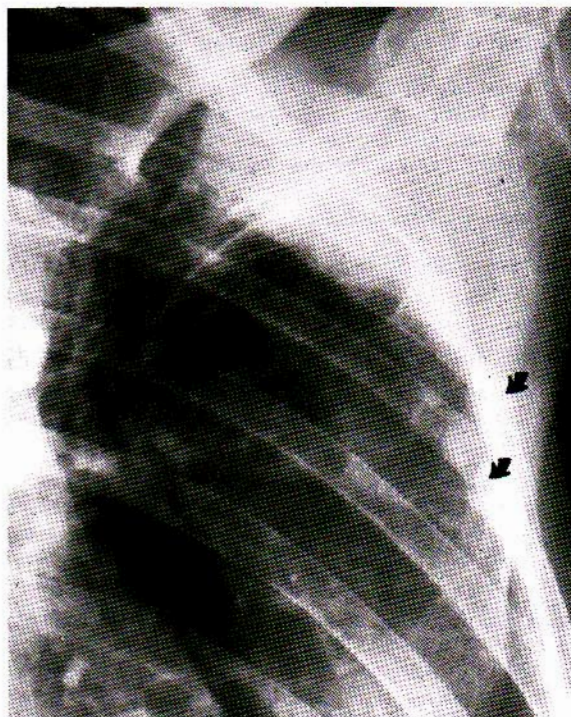
Leur latence est longue, variant de 5 à 50 ans avec une valeur moyenne de l'ordre de 12 ans [48].

Facteurs étiologiques et épidémiologiques

Modalités d'irradiation

Le risque du sarcome osseux radio-induit est schématiquement proportionnel à la dose absorbée par l'os. Celle-ci dépend essentiellement de l'énergie du rayonnement et des doses délivrées. Selon plusieurs travaux expérimentaux et certaines séries cliniques, le temps de latence est inversement proportionnel à la dose d'irradiation [16]. Cependant, il n'existe pas de relation linéaire dose-effets carcinologiques expérimentalement par irradiation externe chez l'animal [46] ni dans les enquêtes après radiothérapie ou chez les survivants de Nagasaki et Hiroshima [47], car d'autres facteurs interviennent tels que la fibrose et les lésions vasculaires radio-induites. Certaines études ont montré que le risque carcinologique osseux est différent et paradoxalement souvent moins élevé pour des doses élevées que pour des doses plus faibles [2, 16].

En pratique, ce risque est faible entre 30 et 70 Gy, bien que de telles lésions aient été rapportées à 1,5 et 8 Gy [49].

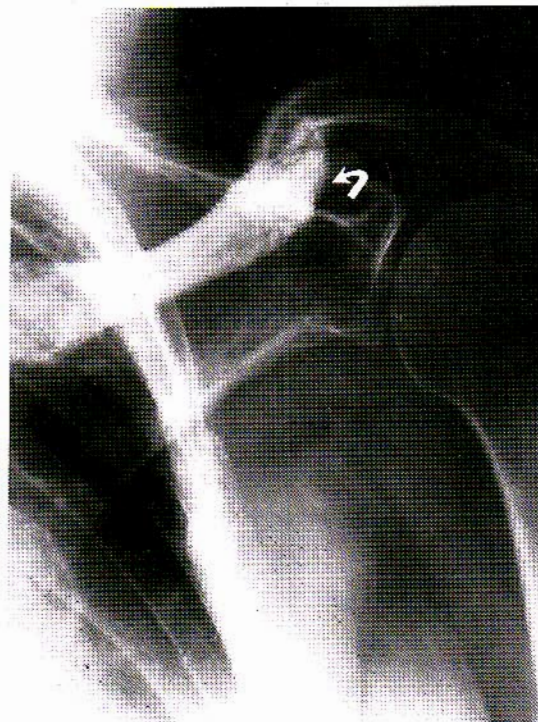


A

10

Fractures costales post-radiques.

A. Aspect caractéristique de deux fractures associées des arcs moyens des troisième et quatrième côtes (flèches), avec aspect délavé des berges fracturaires et déplacement modéré.



B

B. Evolution habituelle vers la consolidation avec cals hypertrophiques - Association à une lésion analogue de la clavicule (flèche).

Thérapeutiques associées

Le rôle favorisant de certaines chimiothérapies, notamment des agents alkylants, est depuis longtemps mis en cause [2]. Elles peuvent notamment diminuer la période de latence.

Affections initiales

Les lymphomes hodgkiniens sont les plus importants pourvoyeurs de sarcomes radio-induits. Viennent ensuite le cancer du sein, le rétinoblastome et les néoplasmes de la région cervicale. L'ensemble de ces quatre affections représente 70 % des cas [46]. La fréquence plus élevée dans le cadre de la maladie de Hodgkin s'explique peut-être par le fait que l'irradiation concerne environ 25 % de l'ensemble du squelette, alors qu'elle excède rarement 10 % pour les cancers viscéraux. La baisse de l'immunité liée à la maladie et/ou aux traitements associés joue peut-être également un rôle, de même que la chimiothérapie associée. Citons pour mémoire les importantes séries de sarcomes radio-induits après radiothérapie antalgique pour des affections non malignes, en particulier la spondylarthrite ankylosante, qui ont été des facteurs décisifs d'abandon de ce type de traitement [7].

Age

Il serait un facteur prédisposant avec une sensibilité accrue chez l'enfant [28].

Facteurs génétiques

Il existe des cas de susceptibilité génétique au cancer, en particulier dans les formes familiales de rétinoblastome bilatéral qui se compliquent fréquemment de sarcomes osseux péri-orbitaires favorisés par la radiothérapie et aussi de sarcomes hors volume irradié [28]. Selon les travaux de Meadows [25], l'irradiation diminue significativement l'intervalle libre avant leur apparition par rapport aux patients non irradiés.

Données histologiques

Plusieurs variétés de sarcomes osseux radio-induits ont été décrites :

- Le sarcome ostéogénique est le plus fréquent. Son incidence varie selon les séries, entre 49 % et 74 % [43].
- Le fibrosarcome est estimé à 40 % des cas.

L'ensemble de ces deux types histologiques représente 90 % de toutes les tumeurs osseuses radio-induites.

- L'histiocytome fibreux malin, le chondrosarcome, le sarcome à cellules squameuses ont été rapportés, de même que des cas exceptionnels de sarcomes odontogéniques de la mandibule après radiothérapie pour cancer de la langue [27].

Rappelons que les sarcomes radio-induits comprennent aussi des sarcomes des parties molles qui peuvent secondairement envahir l'os. Par ordre de fréquence citons l'histiocytome fibreux malin, l'ostéosarcome et le chondrosarcome des parties molles, le schwannome malin, le fibrosarcome, l'angiosarcome, le liposarcome et le léiomyosarcome.

Pour mémoire, citons les carcinomes à cellules squameuses des sinus paranasaux ou des cavités mastoïdiennes après irradiation cervico-céphalique, qui peuvent retentir sur les structures osseuses adjacentes.

Diagnostic des sarcomes osseux radio-induits

Les circonstances de découverte sont variées : douleur, tuméfaction des parties molles, fracture pathologique.

Parfois, le sarcome reste cliniquement latent et sera découvert par la radiologie [43].

Signes radiologiques

Leur importance est majeure dans le diagnostic. Ils sont à rechercher systématiquement au cours de la surveillance radiologique.

Ils ne diffèrent pas de ceux des sarcomes osseux primitifs mais surviennent à des localisations inhabituelles (côtes, sternum, omoplate), dans le champ d'une irradiation préalable dont la notion doit faire évoquer le diagnostic, avec parfois les stigmates radiologiques d'une ostéoradionécrose.

Les remaniements radiques ne sont en effet patents radiologiquement que dans 50 % des cas au moment du diagnostic [43], et d'analyse généralement difficile même au scanner [23]. Ils sont parfois plus apparents sur des clichés précédant l'apparition de la tumeur, ou sur les segments osseux voisins [23, 43] (fig. 11).

Les signes de destruction osseuse manquent rarement [23].

L'envahissement des parties molles est quasi constant, mais d'appréciation parfois difficile en radiologie standard. Il est particulièrement bien mis en évidence par le scanner et peut constituer un argument important dans la discussion diagnostique (fig. 12).

Les modifications de la trame osseuse sont sensiblement analogues à celles observées dans les sarcomes primitifs de l'os.

- L'ostéosclérose massive caractérise l'ostéosarcome ostéogénique et le chondrosarcome. L'analyse de la matrice osseuse ou cartilagineuse de ces tumeurs bénéficie beaucoup du scanner [23]. Une ostéocondensation périphérique est fréquemment le fait de l'ostéoradionécrose et non de la tumeur elle-même [43].

- L'ostéolyse pure ou prédominante correspond aux autres types histologiques.

- Les formes mixtes sont moins fréquentes [43].

Les réactions périostées restent rares, y compris sur les os longs, et sont rencontrées le plus souvent en cas de fracture associée [23, 43].

Place des différentes méthodes d'imagerie

Comme pour les autres tumeurs osseuses, le scanner présente un intérêt majeur pour l'analyse de la matrice tumorale et pour l'extension aux parties molles et intramédullaires. L'IRM est supérieure sur ce dernier point.

Diagnostic différentiel

Sont éliminés par définition les sarcomes osseux préexistants à l'irradiation.

La survenue d'une tumeur bénigne dans le champ d'irradiation est exceptionnelle mais déjà rapportée [43].

L'extension secondaire à l'os d'un sarcome radio-induit des parties molles sera distinguée sur des arguments radiologiques et au besoin histologiques.

Il en est de même pour d'éventuelles métastases osseuses, survenant en territoire irradié. Leur délai d'apparition, très variable, ne peut orienter que s'il est court. Leur aspect est le plus souvent lytique sans masse des parties molles ni ossification.

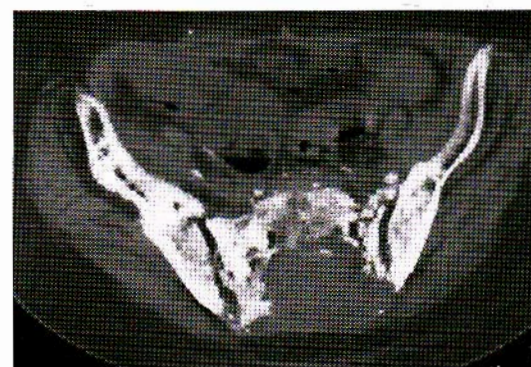
La discussion peut enfin se poser avec une ostéoradionécrose infectée, en particulier si elle est compliquée de fracture. Cliniquement, les stigmates cutanés de l'irradiation orientent vers ce diagnostic, mais n'excluent pas un sarcome. Il en est de même de l'absence habituelle d'extension aux parties molles, qui n'est pas constante.

Topographie

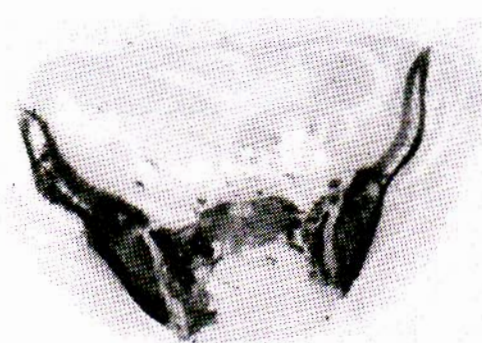
Elle est à l'évidence conditionnée par la région irradiée.



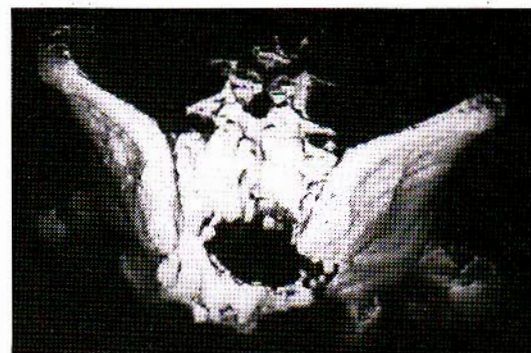
A



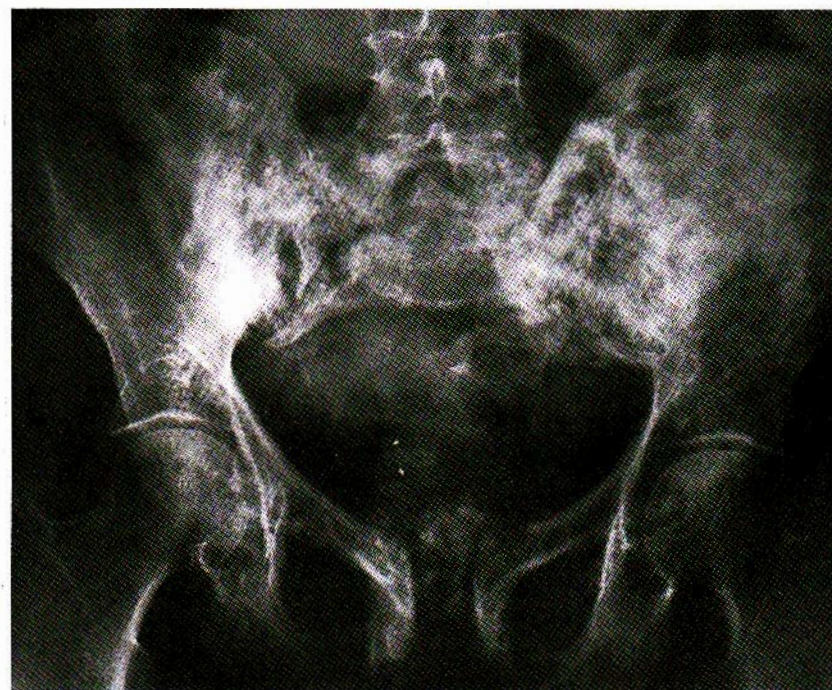
C



D



E



B

11

Sarcome osseux radio-induit.

Carcinome de l'endomètre traité par chirurgie, radiothérapie externe et curiethérapie en 1975.

A. Cliché réalisé en 1982. Ostéocondensation hétérogène du sacrum et de la région symphysaire caractéristique de lésions d'ostéoradionécrose.

B. Cliché réalisé en 1990 : apparition d'un syndrome de la « queue-de-cheval ». Nette évolution de la zone de condensation du sacrum,

avec nombreuses lésions fracturaires et apparition d'une vaste ostéolyse sacrée.

C, D. Coupes scanographiques précisant la destruction osseuse du sacrum par une volumineuse tumeur. Fractures sacrées et iliaques au sein de remaniements radiques hétérogènes. Calcifications des parties molles présacrées.

E. Reconstruction tridimensionnelle montrant l'importante lyse osseuse sacrée. L'histologie identifie un fibrosarcome.

Citons :

- la prédominance des lésions de l'épaule et de la paroi thoracique puis du pelvis pour la maladie de Hodgkin [44, 45];
- l'atteinte de l'épaule (omoplate, humérus) pour le cancer du sein;
- la localisation périorbitaire pour le rétinoblastome [25, 29].

Pronostic

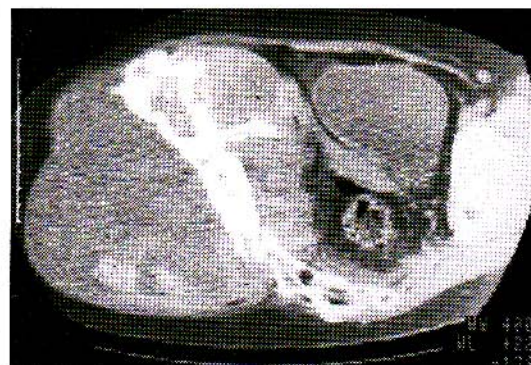
Il demeure très sombre malgré les progrès de la chimiothérapie. Lorsque les lésions radiques ont cessé d'évoluer, il est essentiel de rechercher des modifications de la structure osseuse dans la surveillance radiologique. En l'absence de complication traumatique ou infectieuse patente, le diagnostic de sarcome radio-induit doit systématiquement être évoqué.



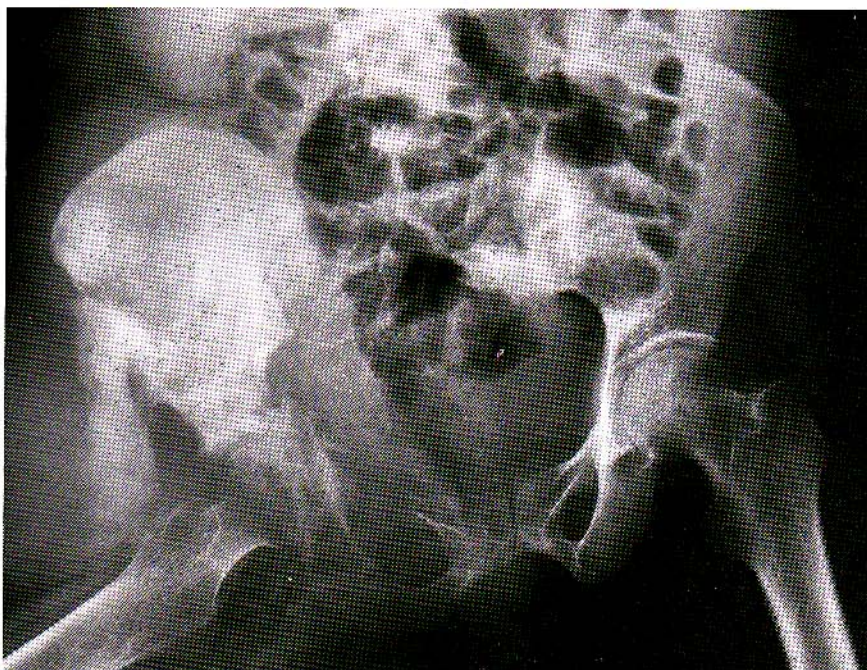
A



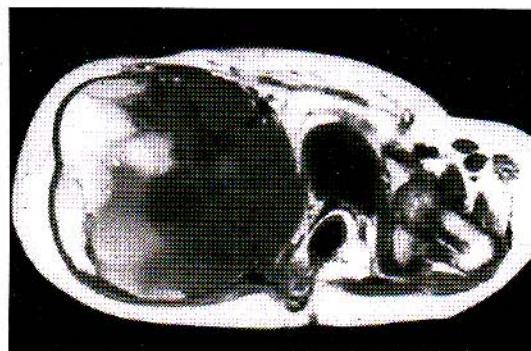
C



D



B



E

12

Sarcome osseux radio-induit.

Patiente née en 1942, traitée en 1976 pour un carcinome épidermoïde du col utérin, par irradiation exclusive.

A. Cliché de bassin en 1987 pour douleur de hanche droite avec impotence fonctionnelle. Ostéolyse sus-cotyloïdienne droite avec rupture corticale, apposition périostée, extension aux parties molles.

B. Cliché réalisé en 1988. Importante évolution de l'ostéolyse avec fractures pathologiques et envahissement massif des parties molles.

C, D. Coupes scanographiques précisant la destruction osseuse et surtout l'importante extension à la fois à la région fessière et sous-péritonéale, refoulant les organes pelviens.

E. Coupe IRM pondérée en T1, montrant le signal très hétérogène de la tumeur avec plages d'hypersignal traduisant des phénomènes hémorragiques. L'étude cytologique et histologique réalisée après ponction a montré qu'il s'agissait d'un sarcome peu différencié polymorphe partiellement à cellules fusiformes.

— Troubles de la croissance de l'os irradié —

Ils sont connus de longue date et ont été bien étudiés. Ils peuvent avoir des conséquences préoccupantes en particulier pour les os longs et les vertèbres avec des troubles de la statique rachidienne parfois majeurs. Leur meilleure connaissance et les progrès de la radiothérapie ont permis d'importantes mesures préventives qui ont nettement réduit leur incidence.

Aspects histologiques

Les complications de la radiothérapie intéressent tant les pièces squelettiques d'ossification enchondrale que d'ossification membraneuse.

Au niveau des métaphyses des os à modèle cartilagineux, les effets des rayonnements concernent tous les éléments cellulaires et tissulaires avec des conséquences plus marquées sur les chondroblastes à activité intense et les petits vaisseaux sanguins. Il en résulte une production hétérogène de tissu ostéoïde et des anomalies de son ossification, d'importance variable selon la dose délivrée et l'âge au moment de l'irradiation. On a montré à ce niveau une diminution, inversement proportionnelle à la dose, des phosphatases alcalines ainsi que de la fixation du calcium et du phosphore [33]. L'ossification périostée, responsable de la croissance de l'os en largeur, est également perturbée, mais à un degré moindre que le cartilage de conjugaison.

Au niveau des vertèbres, les anomalies de la chondrogenèse et de l'ostéogenèse des segments irradiés entraînent une soudure épiphysaire prématurée, avec arrêt de la croissance. L'asymétrie de croissance des corps vertébraux irradiés entraîne fréquemment d'importants troubles de la statique rachidienne (scoliose).

Facteurs étiologiques

Deux éléments sont essentiels : la dose d'irradiation et l'âge.

Modalités d'irradiation

- Doses d'irradiation : à partir de 20 Gy délivrés sur une pièce osseuse, les conséquences sur la croissance peuvent apparaître.

- Si l'absorption osseuse est plus élevée pour les radiations de faible énergie, la grande radio-sensibilité des chondroblastes et des petits vaisseaux métaphysaires rend en fait les conséquences sur la croissance osseuse assez peu différentes quel que soit le rayonnement utilisé [33]. Ainsi, la fréquence des séquelles est sensiblement identique avec les mégavoltages et les orthovoltages, mais leur sévérité est moindre pour les rayonnements de haute énergie [17].

Age

Il est un facteur essentiel, avec deux périodes particulièrement critiques : les six premières années de la vie et l'adolescence,

où la croissance est rapide [33]. Certaines études ont montré qu'en dessous de 2 ans, des doses de 10 à 20 Gy avaient une répercussion sur la croissance osseuse, alors qu'elles sont sans effet chez des enfants plus âgés [33].

Signes radiologiques

Sur les os longs

Il apparaît un retard de croissance, par rapport au côté opposé.

Sur le plan morphologique, les métaphyses présentent un aspect de type ostéomalacique avec raccourcissement, élargissement, anomalies du remodelage osseux et exostoses.

L'évolution dans le temps est controversée. Dans certains cas, la croissance reprend après un certain délai son cours normal. Mais certaines études au contraire font état d'un ralentissement prolongé de la croissance osseuse [33].

Sur les vertèbres

Les anomalies morphologiques se traduisent par une ostéoporose sous-corticale, des irrégularités des plateaux vertébraux, des remaniements de la trame osseuse, une diminution de hauteur du corps vertébral, une ligne d'arrêt de croissance, avec aspect « d'os dans l'os », une ossification irrégulière des apophyses et une asymétrie de hauteur du corps vertébral par trouble du développement du côté irradié le cas échéant.

Les troubles de la statique rachidienne sont particulièrement importants. Ils résultent des anomalies de développement vertébral et d'une sclérose rétractile des parties molles irradiées. Le risque est d'autant plus élevé que l'enfant est jeune au moment de la radiothérapie.

Leur apparition se fait dans les 5 ans qui suivent l'irradiation. Elles progressent peu au-delà, mais leurs conséquences ne peuvent être appréciées qu'après la fin de la croissance.

Les scolioses sont les plus fréquentes. Leur concavité siège toujours du côté irradié. Leur angle est généralement important (21 degrés en moyenne dans l'étude de Riseborough et coll. [39], souvent plus de 25 degrés).

Leur apparition est retardée par rapport aux anomalies morphologiques des corps vertébraux. Elles s'aggravent très souvent au cours de l'adolescence. Leur thérapeutique s'avère difficile, en raison de la rigidité de la courbure, et de leur association habituelle à une cyphose.

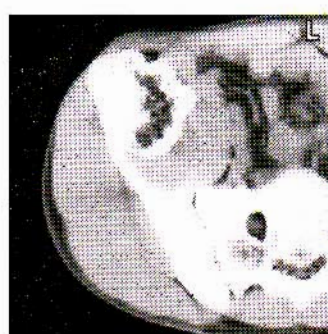
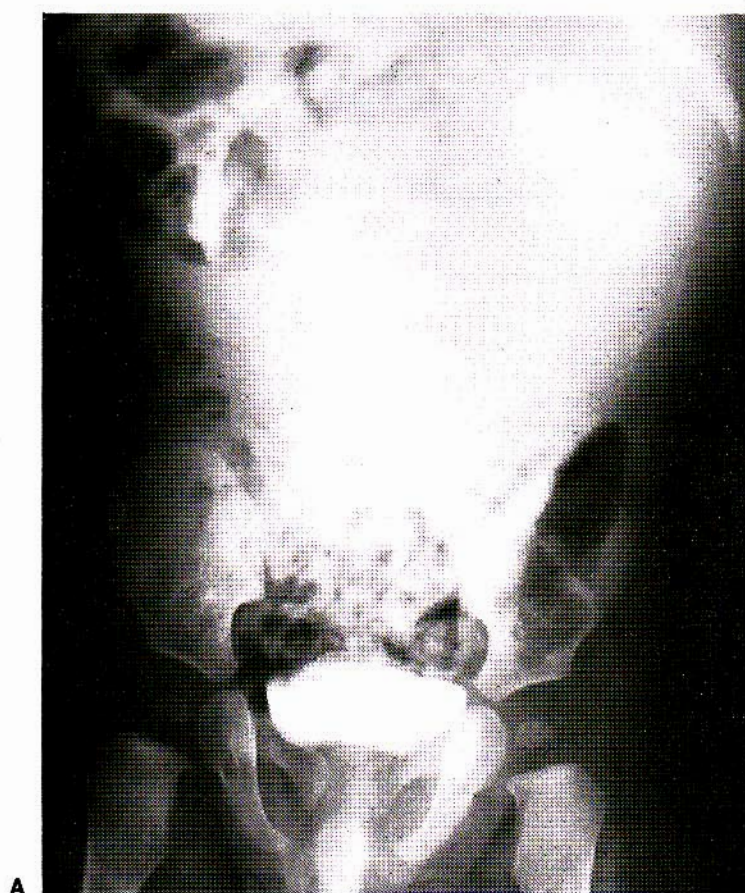
Les cyphoses isolées sont beaucoup moins fréquentes. Elles siègent au niveau lombaire ou dorso-lombaire. Elles peuvent progresser après l'adolescence à la différence des scolioses.

Une hypoplasie de l'aile iliaque et/ou du thorax est également fréquente [17, 39].

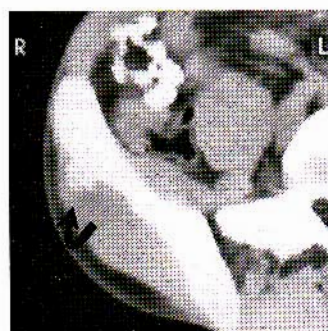
La survenue d'ostéochondromes sur une apophyse transverse ou sur l'ischion a par ailleurs été rapportée à plusieurs reprises [17, 39] (fig. 13).

Des anomalies du développement de l'arcade dentaire inférieure peuvent s'observer chez des enfants atteints de maladie de Hodgkin traités par irradiation en mantelet [22].

La présentation de certaines des radiolésions osseuses s'est modifiée dans le temps ; si les formes classiques d'ostéoradionécroses, bien étudiées, mais devenues très rares, ne doivent pas être oubliées, les formes « bénignes » de radiolésions devenues plus fréquentes doivent être bien connues afin d'éviter une nouvelle irradiation ou une biopsie, inutiles voire dangereuses.



B



C

13 Ostéochondromes.

Enfant irradié en 1970 à titre préopératoire pour un néphroblastome droit (20 Gy sur un grand volume cible incluant l'aile iliaque droite).

A. Cliché avant irradiation.

B. Scanner réalisé en 1989: volumineux ostéochondrome de l'aile iliaque droite développé dans le champ d'irradiation.

C. Seconde lésion de même nature, de petite taille, dans le champ d'irradiation, sur la face externe de l'aile iliaque (flèche).

- [1] BAENSCH W. - Knochenschädigung nach Röntgenbestrahlung. - Fortschr. Röntgenstr., 1927, 36, 1245-1247.
- [2] BRADY L.W. - Radiation-induced sarcomas of bone. - Skeletal Radiol., 1979, 4, 72-78.
- [3] BRAGG D.G., SHIDNIA H., CHU F.C.H., HIGINBOTHAM N.L. - The clinical and radiographic aspects of radiation osteitis. - Radiology, 1970, 97, 103-111.
- [4] BRICOUT P.B., SIMANOVSKY M., FELDMAN M.I., MATTII R. - Necrosis of the humeral head following postoperative supervoltage irradiation and chemotherapy in carcinoma of the breast. - Br. J. Radiol., 1985, 58, 562-563.
- [5] COLLIS C.H., DIEPPE P.A., BULLMORE J.A. - Radiation-induced chondrocalcinosis of the knee articular cartilage. - Clin. Radiol., 1988, 39, 460-461.
- [6] COOPER K.L., BEABOUT J.W., SWEE R.G. - Insufficiency fractures of the sacrum. - Radiology, 1985, 156, 15-20.
- [7] COURT BROWN W.M., DOLL R. - Mortality for cancer and other causes after radiotherapy for ankylosis spondylitis. - Br. Med. J., 1965, 1, 1327.
- [8] DAHL B. - Effets des rayons X sur les os longs en développement. Etude radiographique et anatomique. - J. Radiol., 1934, 18, 131-140.
- [9] DATZ F.L., MANASTER B.J. - Case report 391. - Skeletal Radiol., 1986, 15, 566-569.
- [10] DOHERTY M.A., RODGER A., LANGLANDS A.O. - Sarcoma of bone following therapeutic irradiation for breast carcinoma. - J. Radiat. Oncol. Biol. Phys., 1986, 12, 103-106.
- [11] DUPARC J., FROT B., GASTAMBE D. - Les radiolésions de la hanche. - Chirurgie, 1974, 100, 837-853.
- [12] ENNUYER A., BERTOIN P., BILLET J., ROUCHON C. - Les complications maxillofaciales et buccodentaires des traitements par les radiations ionisantes. Rapport au 217^e Congrès français de stomatologie. - Masson et Cie, éd., Paris, 1970, 156 p.
- [13] FROT B., DUPARC J., BOCQUET C., BENOIT P., GASTAMBE D. - Les radiolésions osseuses. - Encycl. Méd. Chir. (Paris-France), Radiodiagnostic, 31185 A¹⁰, 9-1978, 8 p.
- [14] GAUCHER A., SCHOUMACHER P., STINES J. - Hanche radiothérapique bilatérale et nécrose osseuse de L5 après cyclophosphamide pour épithélioma du col utérin. - Rhumatologie, 1971, 5, 165-169.
- [15] GAUCHER A., POUREL J., NAOUN A. - Les ostéoradionécroses. - Encycl. Méd. Chir. (Paris-France), Appareil locomoteur, 14029 A¹⁶, 9-1987, 4 p.
- [16] HI KIM J., CHU F.C., WOODARD H.Q., MELAMED M.R., HUVOS A., CANTIN J. - Radiation-induced soft tissue and bone sarcoma. - Radiology, 1978, 129, 501-508.
- [17] HEASTON D.K., LIBSHITZ H.J., CHAN R.C. - Skeletal effects of megavoltage irradiation in survivors of Wilms' tumor. - AJR, 1979, 133, 389-396.
- [18] HOWLAND W.J., LOEFFLER R.K., STARCHMAN D.E., JOHNSON R.G. - Post irradiation atrophic changes of bones and related complications. - Radiology, 1976, 117, 677-685.

Index bibliographique

- [19] JACOBSSON M., KALEBO P., ALBREKTSSON T., TURESSON I. - Provoked repetitive healing of mature bone tissue following irradiation. A quantitative investigation. - Acta Radiol. [Oncol.], 1986, 25, 57-62.
- [20] KING M.A., CASARETT G.W., WEBER D.A. - A study of irradiated bone: I. Histopathologic and physiologic changes. - J. Nucl. Med., 1979, 20, 1142-1149.
- [21] LASKIN W.B., SILVERMAN T.A., ENZINGER F.M. - Post-radiation soft tissue sarcomas. An analysis of 53 cases. - Cancer, 1988, 62, 2330-2340.
- [22] LINES L.G., HAZRA T.A., HOWELLS R., SHIPMAN B. - Altered growth and development of lower teeth in children receiving mantle therapy. - Radiology, 1979, 132, 447-449.
- [23] LORIGAN J.G., LIBSHITZ H.J., PEUCHOT M. - Radiation-induced sarcoma of bone: CT findings in 19 cases. - AJR, 1989, 153, 791-794.
- [24] MARIE P., CLUNET J., RAULOT-LOPINTE J.G. - Contribution à l'étude du développement des tumeurs malignes sur les ulcères de Roentgen. - Bull. Assoc. Franç. Cancer, 1910, 3, 404-426.
- [25] MEADOWS A.T., STRONG L.C., LI F.P. et al. - Bone sarcoma as a second malignant neoplasm in children: influence of radiation and genetic predisposition. - Cancer, 1980, 46, 2603-2606.
- [26] MILGRAM J.W., JASTY M. - Case report 361. - Skeletal Radiol., 1986, 15, 266-267.
- [27] MONZEN Y., HAYASHI K., SANO K., FUJITA S. - Odontogenic sarcoma following radiation treatment of tongue cancer - a case report. - Correspondence, 1987, 858-859.
- [28] MOULD J.J., ADAM N.M. - The problem of a vascular necrosis of bone in patients treated for Hodgkin's disease. - Clin. Radiol., 1983, 34, 231-236.
- [29] PAGANI J.J., BASSETT L.W., WINTER J., GOLD R.H., BRAUER M. - Osteogenic sarcoma after retinoblastoma radiotherapy. - AJR, 1979, 133, 699-702.
- [30] PALING M.R., HERDT J.R. - Radiation osteitis: a problem of recognition. - Radiology, 1980, 137, 339-342.
- [31] PAUL J.L., PERE P., GILLET P., REGENT D., GAUCHER A. - Les ostéoradionécroses du sacrum. - Rhumatologie, 1988, 40, 31-36.
- [32] PERE P., ETHGEN D., GAUCHER A. - Ostéoradionécroses rachidiennes. - R R, 1983, 13, 299-303.
- [33] PROBERT J.C., PARKER B.R. - The effects of radiation therapy on bone growth. - Radiology, 1975, 114, 155-162.
- [34] PROSNITZ L.R., LAWSON J.P., FRIEDLANDER G.E., FARBER L.R., PEZZIMENTI J.F. - A vascular necrosis of bone in Hodgkin's disease patients treated with combined modality therapy. - Cancer, 1981, 47, 2793-2797.

- [35] RAFIL M., FIROOZNA H., GOLIMBU C., HORNER N. - Radiation induced fractures of sacrum: CT diagnosis. - J. Comput. Assist. Tomogr., 1988, 12, 231-235.
- [36] RAMSEY R.G., ZACHARIAS C.E. - MR Imaging of the spine after radiation therapy: easily recognizable effects. - AJR, 1985, 144, 1131-1135.
- [37] REGAUD E. - Sur la sensibilité du tissu osseux normal vis-à-vis des radiations X et γ . - CR Soc. Biol., 1932, 87, 629-632.
- [38] REGENT D., RODDE A., FARKAS B., BRESSON A., BRAUN M., CLAUDON M. - Scanographie et diagnostic de nature des lésions focales de l'os. - Feuilles Radiol., 1988, 28, 183-202.
- [39] RISEBOROUGH E.J., GRASBIAS S.L., BURTON R.I., JAFFE. - Skeletal alterations following irradiation for Wilms' tumor. - J. Bone Joint Surg., 1976, 58, 526-536.
- [40] ROSENTHAL D.J., HAYES C.W., ROSEN B., MAYO-SMITH W., GOODSITT M.M. - Fatty replacement of spinal bone marrow due to radiation: demonstration by dual energy quantitative CT and MR imaging. - J. Comput. Assist. Tomogr., 1989, 13, 463-465.
- [41] ROSSLEIGH M.A., SMITH J., STRAUS D.J., ENGEL I.A. - Osteonecrosis in patients with malignant lymphoma: a review of 31 cases. - Cancer, 1986, 58, 1112-1116.
- [42] DE SEZE S., RYCKEWAERT A., LEQUESNE M., FRENEAUX B. - La hanche radiothérapique. Formes classiques et formes méconnues. - Rev. Rhum., 1963, 30, 695-705.
- [43] SMITH J. - Radiation-induced sarcoma of bone: clinical and radiographic findings in 43 patients irradiated for soft tissue neoplasms. - Clin. Radiol., 1982, 33, 206-221.
- [44] SMITH J. - Postirradiation sarcoma of bone in Hodgkin disease. - Skeletal Radiol., 1987, 16, 524-532.
- [45] SMITH J., O'CONNELL R.S., HUVOS A.G., WOODARD H.Q. - Hodgkin's disease complicated by radiation sarcoma in bone. - Br. J. Radiol., 1980, 53, 314-321.
- [46] TOUNTAS A.A., FORNASIER V.L., HARWOOD A.R., LEUNG P.M.K. - Postirradiation sarcoma of bone. A perspective. - Cancer, 1979, 43, 182-187.
- [47] TUBIANA M. - L'effet cancérogène des irradiations chez l'homme: les enseignements d'Hiroshima et Nagasaki et ceux de la radiothérapie. In: Cancérogénèse par les faibles doses de radiation ionisante et normes de sécurité. Académie des Sciences (éd.), - Godim, éd., Paris, 1988, 51 p.
- [48] WALSH D. - Deep tissue traumatism from roentgen ray exposure. - Br. Med. J., 1987, 2, 272-273.
- [49] YOUNG J.W., LIEBSCHER L.A. - Postirradiation osteogenic sarcoma with unilateral metastatic spread within the field of irradiation. Case report and review of the literature. - Skeletal Radiol., 1982, 8, 279-283.
- [50] ZENNY J.C., BERGIRON C., CHASSAGNE D., COUANET D., IBRAHIM E., MASSELOT J. - Signes radiographiques des radio-lésions du bassin (fémurs exclus) après irradiation pelvienne pour épithélioma du col utérin. - J. Radiol., 1980, 61, 261-267.