

Traumatismes du coude : difficultés diagnostiques, évaluation des séquelles

JF. Chateil, S. Missonnier, I. Zuazo, M. Yvert, M. Brun, P. Bessou

Les traumatismes du coude sont extrêmement fréquents chez l'enfant et l'adolescent. A coté des fractures survenant dans un contexte aigu, il existe des lésions micro-traumatiques chroniques, en particulier chez l'adolescent sportif. La reconnaissance des différentes lésions nécessite de bien connaître l'anatomie normale au cours de la croissance, les repères classiques en radiographie conventionnelle et l'apport éventuel des autres techniques.

Méthodes d'imagerie

La radiologie conventionnelle demeure la méthode de choix dans toutes les circonstances. Les incidences de face (en extension) et de profil (coude à 90° de flexion, avant-bras en supination) sont essentielles et peuvent être complétées par des incidences obliques si nécessaire. Les radiographies comparatives du coude controlatéral ne sont pas recommandées en première intention, elles doivent être limitées aux cas où il existe un doute sur la position relative d'un point d'ossification secondaire.

L'échographie présente plusieurs intérêts : confirmation d'un épanchement intra-articulaire, recherche d'une fracture ou d'un déplacement d'une structure non encore ossifiée chez le tout-petit, étude des insertions tendineuses.

La tomодensitométrie a peu d'intérêt dans la plupart des cas. Elle peut être utile pour mettre en évidence un fragment ostéo-cartilagineux isolé, apprécier l'état du cartilage en arthro-scanner dans les ostéochondrites.

L'IRM doit lui être préférée lorsque cela est possible, que ce soit à la phase aiguë d'un traumatisme lorsque les lésions sont difficiles à mettre en évidence ou dans le cadre des conséquences des microtraumatismes en particulier chez le sujet sportif.

Anatomie normale en imagerie du coude de l'enfant

Ossification du coude

Elle est de type enchondral. Elle se fait à partir des points d'ossification épiphysaires dont l'apparition suit une évolution chronologique. Chez le nouveau-né, les épiphyses sont entièrement cartilagineuses. Il n'existe aucun point d'ossification.

- Vers 1 an, le point condylien (condyle externe ou capitellum) apparaît.
- Entre 5 et 6 ans, apparaissent le point épitrochléen (épicondyle externe) et le point de la tête radiale.
- A 7 ans, le point trochléen est présent (condyle interne).
- A 9 ans, le point olécrânien commence à s'ossifier. Le plus souvent il existe 2 points adjacents apparaissant l'un après l'autre et fusionnant ensuite.
- A 12 ans, le point épicondylien apparaît (épicondyle externe).

La maturation complète est réalisée à 12 ans chez la fille, à 15 ans chez le garçon.

Liserés graisseux

Ils sont analysables sur l'incidence de profil à 90° de flexion. Il y a trois liserés principaux :

- Le liseré de la fossette coronoïdienne qui tapisse la face antérieure de la capsule, visible spontanément contre la corticale antérieure.
- Le liseré de la fossette olécrânienne qui tapisse la face postérieure de la capsule, non visible normalement.
- Le liseré supinateur situé en avant de l'extrémité supérieure du radius, entre le court supinateur en arrière, le rond pronateur et long supinateur en avant.

Les deux premiers renseignent sur l'état de la cavité articulaire du coude : leur refoulement est un signe en faveur d'une hémarthrose. Le troisième est un bon indicateur pour les traumatismes de la tête radiale.

Principaux repères osseux

- Le «8» radiologique, sur l'incidence de profil, est formé par la projection du fond des fossettes coronoïdienne et olécrânienne, et doit être respecté. Sa rupture doit faire suspecter une fracture supra-condylienne.
- Après l'âge de 3 ans, la tangente au bord antérieur de l'humérus passe toujours en arrière du tiers antérieur du noyau condylien.
- La palette humérale est en effet antéversée et son axe fait avec celui de la diaphyse un angle de 35 à 45°.
- L'axe de la diaphyse radiale passe toujours par le centre du point condylien, quel que soit le degré de flexion du coude.
- De face, l'angle de Baumann est formé par l'intersection d'une ligne perpendiculaire à l'axe de la diaphyse humérale et d'une ligne passant par le cartilage de conjugaison du condyle externe ; il varie normalement de 10 à 25°.

Classification des traumatismes du coude

Le pic de fréquence des fractures du coude se situe entre 9 et 12 ans chez la fille, 12 et 15 ans chez le garçon.

Fracture supra-condylienne de l'humérus

Ce sont des fractures extrêmement fréquentes chez l'enfant (50-70%) en général secondaires à une chute sur le membre supérieur en extension. La fracture peut être incomplète en «motte de beurre», ou complète avec un trait horizontal au-dessus et parallèle au cartilage de croissance, avec un déplacement plus ou moins important.

Ces fractures posent 3 types de problèmes : reconnaître les fractures, non ou peu déplacées ; apprécier le déplacement des fractures évidentes, dépister les complications.

- Reconnaître les fractures non ou peu déplacées

Tout repose sur l'incidence de profil, qui doit être parfaite. Les liserés graisseux péri-capsulaires du coude sont déplacés : c'est le point d'appel majeur. Le point condylien peut se projeter très légèrement en arrière de la tangente au bord antérieur de la diaphyse humérale, traduisant une très légère bascule postérieure. Il faut regarder avec beaucoup d'attention le «8» radiologique construit par le fond des fossettes olécrâniennes et coronoïdiennes, où une effraction corticale peut être visible.

L'hémarthrose diffuse, avec refoulement des liserés graisseux, reste le point d'appel majeur qui doit faire rechercher la fracture transverse de la palette et en l'absence d'une autre lésion, ce diagnostic doit être retenu, même si le trait n'est pas visible. C'est dans cette indication que la confirmation de l'épanchement en échographie peut être utile, avec parfois la mise en évidence d'une lipo-hémarthrose, avec un surnageant plus échogène signant la rupture corticale. Lorsque l'épanchement est homogène (hémarthrose pure), il s'agit le plus souvent d'une contusion osseuse simple. La fracture sera souvent confirmée secondairement par l'apparition d'une apposition périostée du bord interne de la palette. Ces fractures non déplacées correspondent au stade I de la classification de Blount.

- Apprécier le déplacement d'une fracture évidente

Le coude est une articulation où les capacités de remodelage ne jouent pas. Une déviation axiale ne s'améliorera pas avec la croissance. Cette notion exige une réduction anatomique qui passe par une bonne appréciation du déplacement. Une fracture transversale évidente est facile à reconnaître :

Le trait :

- de face il va du bord supérieur de l'épitrôchlée au bord supérieur de l'épicondyle. Il a habituellement une forme arciforme concave en haut, affleurant le cartilage de conjugaison au niveau de la partie moyenne de la palette humérale.
- de profil il est oblique en bas et en avant.

Le déplacement : 5 déplacements élémentaires peuvent se produire et s'associer :

- la bascule sagittale : postérieure dans les fractures en extension, et antérieure dans les fractures en flexion.
- le décalage s'effectue en rotation.
- la translation peut être antérieure, postérieure, externe ou interne.
- la bascule frontale s'effectue en varus ou en valgus.
- l'ascension du fragment inférieur est habituelle.

La classification de **Lagrange et Rigault (ou Blount)** distingue :

- Stade I : fracture non déplacée
- Stade II : fracture peu déplacée, ouverte en avant avec conservation du périoste postérieur (un seul déplacement élémentaire).
- Stade III : fracture déplacée avec encore un contact osseux des deux fragments (au moins deux déplacements élémentaires).
- Stade IV : perte des contacts osseux (au moins trois déplacements élémentaires).

La classification anglo-saxonne de **Gartland** confond les stades I et II en un seul.

Enfin, de rares fractures supra condyliennes se font en flexion (5 %).

L'appréciation de la réduction se fait de profil en fonction de la position du point condylien par rapport à la tangente au bord antérieur de l'humérus, que le patient soit traité par la méthode de Blount ou par ostéosynthèse.

- Les complications

Elles demeurent rares en cas de traitement bien conduit. On doit redouter précocement une lésion vasculaire ou nerveuse, secondairement un syndrome de Volkman et tardivement un cal vicieux.

Complications immédiates

• *L'ouverture cutanée* est rare, le plus souvent punctiforme, siégeant à la face antérieure du coude. Elle est due au fragment proximal qui perfore la peau de dedans en dehors.

• *Les lésions vasculaires* sont redoutables, surtout à type de plaie de l'artère humérale (hémorragie ou plaie sèche), de décollement intimal ou de compression de l'artère humérale pouvant aller jusqu'à une plicature nécessitant alors un geste chirurgical spécifique. L'étude en écho-doppler doit permettre d'en faire le diagnostic.

• *Les lésions nerveuses* peuvent se rencontrer, (paralysie du nerf interosseux, paralysie radiale, du nerf médian. Cette paralysie régresse, en principe, en quelques mois.

• *Les lésions associées* sont plus rares : fracture de l'extrémité inférieure du radius ou une fracture des deux os de l'avant bras.

Complications secondaires

Le *Syndrome de Volkman* est la complication la plus redoutable de cette pathologie. *L'ostéome post-traumatique du brachial antérieur* est classique mais rare dans les fractures supra-condyliennes.

Les cals vicieux sont dus à une réduction imparfaite ou à une mobilisation sous plâtre entraînant une consolidation en position vicieuse. Comme il n'existe pas de remodelage par la croissance, ce cal vicieux ne se corrigera pas avec l'âge et au contraire il s'aggravera. Le *cubitus varus* est parmi ceux-ci le cal vicieux le plus mal supporté.

Les raideurs du coude peuvent être :

- soit «physiologiques» et disparaître progressivement sous kinésithérapie.
- soit de cause mécanique, le cal osseux faisant butée.

Fracture de l'épitrôchlée (épicondyle médial)

Elles sont relativement fréquentes et représentent 10 % des fractures du coude de l'enfant. Elles surviennent entre 5 et 15 ans, après l'apparition et avant la fusion complète du point d'ossification de l'épitrôchlée. Elles sont secondaires à un mouvement violent de torsion et de valgus du coude, qui entraîne une mise en tension des muscles fléchisseurs et du tendon latéral interne responsable de l'arrachement. Une lésion associée du nerf cubital est alors possible. Elles peuvent également être associées à une luxation postérieure du coude.

- *Le trait* détache le noyau épitrôchléen à l'aplomb de la surface articulaire.

- *Le déplacement* : la classification distingue :
 - Stade I : fracture non déplacée,
 - Stade II : fracture-séparation s'associant à une rupture des muscles épitrochléens,
 - Stade III : fracture associée à un déplacement vers le bas de l'épitrochlée.

Le diagnostic est de difficulté variable en fonction du déplacement : en cas d'arrachement net, le diagnostic est facile. Le fragment peut être très déplacé et incarcerated dans l'articulation. En cas de séparation simple, le diagnostic est plus difficile. L'examen clinique, l'œdème des tissus mous en regard, doivent faire rechercher un élargissement de l'espace entre l'épitrochlée et la palette, par comparaison avec le côté opposé. TDM ou IRM peuvent également être utiles pour le diagnostic initial.

- *Les complications* sont :
 - l'hypertrophie du noyau épitrochléen,
 - le cubitus valgus observé essentiellement après traitement orthopédique.
 - le déficit d'extension lié à la fibrose capsulaire secondaire aux dégâts capsulo-ligamentaires antérieurs associés.
 - la compression du nerf ulnaire par un cal hypertrophique, entraînant l'apparition d'un syndrome paresthésique dans le territoire cubital de la main.

Fracture du condyle externe

Le point condylien externe apparaît entre 18 mois et 2 ans et fusionne totalement avec la palette à 16-17 ans. Les fractures de ce point représentent 13 à 18 % des traumatismes du coude, surtout entre 6 et 10 ans. Elles sont secondaires à un traumatisme sur le membre supérieur en extension avec une abduction du coude.

- *Le trait* va du bord supérieur de l'épicondyle jusqu'à la partie moyenne du cartilage de conjugaison puis se dirige verticalement séparant le plus souvent l'épiphyse entre le point condylien et le point trochléen, ou plus rarement traversant le capitellum.
- *Le déplacement* : la classification distingue :
 - Stade I : Fracture non déplacée
 - Stade II : Fracture déplacée sans rotation
 - Stade III : Fracture déplacée avec rotation du condyle externe.
- *Complications* :
 - *Immédiates*, essentiellement liées au déplacement sous plâtre en cas de traitement orthopédique. Des radiographies de contrôle sous plâtre, le lendemain et au 7^{ème} jour doivent impérativement être réalisées.
 - *Tardives* : un retard de consolidation ne sera évoqué qu'après la 5^{ème} semaine. Une pseudarthrose associée : hypermobilité, fermeture du canal médullaire, et persistance du trait de fracture ; une déviation axiale peut se rencontrer par manque de réduction ; par nécrose du condyle externe qui peut entraîner un développement hypertrophique de la tête radiale.

Fracture pure du capitellum

C'est une fracture-décollement épiphysaire pure du noyau condylien externe (capitellum) (1 % des traumatismes du coude). Le noyau détaché se déplace en haut et en avant de la palette humérale. Sur le cliché de profil du coude, le noyau condylien se projette en avant du bord antérieur de l'humérus, au-dessus du cartilage de croissance avec sa convexité qui regarde en avant au lieu de regarder en bas. Il se projette nettement au-dessus de l'axe diaphysaire radial, avec perte des rapports normaux entre la tête radiale et le condyle. C'est une lésion très importante à reconnaître, car négligée, elle évolue vers des séquelles très lourdes. Son diagnostic impose une réduction sanglante et immédiate.

Fracture-décollement épiphysaire du massif condylien

C'est un traumatisme rare en dehors de la période néonatale. Cliniquement, elles sont presque toujours confondues avec une luxation postérieure du coude, tout le massif épiphysaire étant déplacé en arrière, le diagnostic repose sur les rapports entre tête radiale et noyau condylien : si le point condylien est en place, c'est une luxation ; si le point condylien conserve ses rapports normaux avec la tête radiale, c'est un décollement épiphysaire. L'échographie est ici importante pour pouvoir faire le diagnostic exact.

Fracture proximale du radius

Les fractures de la tête radiale sont rares chez l'enfant et fréquemment associées à d'autres lésions (olécrâne, épitrochlée, luxation). Le diagnostic radiologique est en général facile devant une lésion grossière.

Par contre, une fracture incomplète en «motte de beurre» du col du radius peut être difficile à détecter et il faut donner beaucoup d'importance à un refoulement du liseré graisseux supinateur. Dans les cas de fracture sévère le déplacement est calculé de face, en fonction de l'angle formé par la perpendiculaire à l'axe du col, et la tangente à la physe (angle cervico-épiphyse). Sa valeur permet d'apprécier le stade de la fracture (stade I < 30°, stade II : 30 à 60°, stade III > 60°) qui commande le traitement.

Le décollement épiphysaire menace la vascularisation de la tête et expose à la nécrose (plaque conjugale intra-articulaire).

Fracture de l'extrémité supérieure de l'ulna

Les fractures de la coronoïde sont en général associées à des luxations ou subluxations, mais peuvent être également isolées au niveau du bec de la coronoïde. Les fractures transversales intéressant la cavité articulaires sont rares. Au niveau de la surface articulaire ulnaire répondant à la trochlée, il existe une crête osseuse sans cartilage qui ne doit pas être confondue avec une fracture ostéochondrale.

Les fractures de l'olécrâne (5 %) peuvent être isolées (choc direct) ou associées à d'autres lésions (luxation, fracture de la tête radiale, fracture de l'épitrochlée). Leur diagnostic ne pose pas de problème.

Luxation complète du coude

C'est une lésion beaucoup moins fréquente chez l'enfant (5 %) que chez l'adulte et beaucoup moins fréquente que les fractures supra-condyliennes. Les luxations sont presque toujours postérieures et l'importance du déplacement rend probable des lésions capsulaires ou ligamentaires importantes. Elles sont très fréquemment associées à des arrachements osseux qu'il faut rechercher par principe. Il s'agit le plus souvent d'un arrachement de l'épitrochlée (30 à 50 % des cas), qui peut s'interposer entre la palette humérale en avant et l'olécrâne en arrière. Cette interposition est surtout à craindre lors de la réduction de la luxation et elle est d'autant plus délicate à voir si le noyau n'est pas encore ossifié. Elle se traduit alors par un élargissement anormal de l'espace huméro-cubital. Mais ce peut être aussi une fracture marginale du bec de la coronoïde et des fractures de la tête radiale ou de l'avant-bras. La recherche de ces fragments interposés peut être faite en TDM ou IRM. Les lésions vasculo-nerveuses sont très rares (nerf ulnaire, médian).

Le diagnostic radiologique est simple. L'essentiel est de ne pas s'arrêter à ce diagnostic et de bien rechercher une lésion associée en portant une attention toute particulière à l'épitrochlée. Il faut faire attention à ne pas confondre une luxation avec décollement épiphysaire total des condyles (Cf. plus haut).

Luxation de la tête radiale

La luxation de la tête radiale est rarement isolée. Elle s'inscrit le plus souvent dans le cadre d'une luxation complète du coude, ou d'une fracture de Monteggia (voir plus bas). En cas de luxation isolée, le diagnostic doit être facile sur l'incidence de profil : l'axe de la diaphyse radiale passe au-dessus du centre du point condylien externe (luxation antérieure) ou au-dessous (luxation postérieure). Il faut faire la distinction avec une luxation congénitale : dans ce cas l'hypoplasie du condyle, les troubles du modelage de la tête radiale, souvent hypoplasique, doivent faire évoquer un processus déjà ancien.

Pronation douloureuse

Elle représente la lésion la plus fréquente rencontrée chez le petit enfant, avant 5 ans. Elle correspond à l'enclavement du ligament annulaire soutenant la tête radiale entre celle-ci et le capitellum, lors d'un mouvement brusque de traction sur l'avant bras en pronation (« supermaket elbow »). L'enfant se présente avec le coude fléchi et refuse de le bouger.

La manœuvre de réduction consiste en une extension de l'avant-bras avec supination, ce qui permet d'entendre ou au moins de ressentir un click signant la réduction, l'enfant reprenant spontanément son activité. Les radiographies, si elles sont pratiquées, permettent cette réduction lors de la mise en position de l'enfant. Les rapports ostéo-articulaires sont normaux, il peut exister un épanchement. La récurrence est fréquente.

Fracture de Monteggia

Cette fracture associe une fracture de l'ulna et une luxation de la tête radiale. Le traumatisme peut survenir par hyperpronation, hyper-extension ou choc direct.

Il existe plusieurs classifications des fractures de Monteggia, selon la position antérieure ou postérieure de la tête radiale luxée, le siège et l'angulation de la fracture de l'ulna. La fracture cubitale peut siéger : au niveau du tiers supérieur-tiers moyen de la diaphyse (2/3 des cas) ; au niveau du tiers moyen de la diaphyse (1/6 des cas) ; au niveau de l'olécrâne ou du 1/3 inférieur (1/6 des cas). La classification la plus classique est celle de Bado, dans laquelle le type 1 correspondant à la forme la plus fréquente, avec une fracture du tiers proximal de l'ulna, angulée vers l'avant, associée à une luxation antérieure de la tête radiale. Il existe également des « équivalents » de fracture de Monteggia, avec fracture plastique ou en bois vert de l'ulna.

Le diagnostic radiologique est facile si l'on respecte systématiquement la règle suivante : toute fracture de l'ulna doit faire rechercher une luxation associée de la tête radiale en vérifiant la position de l'axe de la diaphyse radiale par rapport au point condylien. Ce diagnostic est capital à poser car une luxation négligée de la tête radiale entraîne une instabilité du coude qui pose de gros problèmes thérapeutiques.

Lésions considérées comme microtraumatiques

Elles se rencontrent essentiellement chez l'adolescent sportif.

Epicondylites

Elles peuvent toucher l'épicondyle latéral (« tennis elbow ») ou l'épicondyle médial (« little leaguer's elbow »). Elles correspondent à des microtraumatismes répétés dus à la pratique d'un lancer ou d'un jeu de raquette sur un os et des ligaments en croissance.

Cliniquement il existe des douleurs sur le trajet d'insertion des muscles épicondyliens ou épitrochléens. Les radiographies sont normales dans près de 90 % des cas, mais il peut exister un déplacement ou une fragmentation des noyaux d'ossification secondaire. Secondairement, une croissance excessive du noyau peut être observée, avec un œdème des tissus mous adjacents. L'échographie peut montrer des signes de tendinopathie. L'IRM permet de retrouver un œdème médullaire osseux avec un hyposignal T1, un hypersignal T2, un élargissement de la physe, un hypersignal inflammatoire du tendon voire du muscle qui s'insère à ce niveau.

Ostéochondroses du capitellum

Ce terme regroupe la maladie de Panner et l'ostéochondrite disséquante du capitellum. L'origine physiopathologique de ces 2 entités est discutée, la première étant considérée comme la traduction d'une nécrose ischémique primitive, la seconde comme résultante de microtraumatismes répétés. D'autres auteurs considèrent que les mécanismes sont associés, le traumatisme jouant un rôle significatif.

Maladie de Panner

Elle correspond à l'ostéonécrose « primitive » du capitellum, un contexte traumatique étant toutefois souvent retrouvé. Elle survient surtout entre 4 et 12 ans, au niveau du coude « dominant ». Les signes cliniques associent des douleurs modérées et une raideur, une limitation de l'extension évoluant de façon chronique.

Les radiographies montrent une irrégularité de la partie inférieure du capitellum, parfois un aspect de « dissection sous chondrale ». Secondairement, le condyle se condense avec de petites zones claires, se fragmente. En IRM, il existe au début un œdème médullaire, les contours du capitellum étant respectés. L'évolution est le plus souvent favorable en un à 2 ans, sans séquelle.

Ostéochondrite disséquante du capitellum

Elle résulte classiquement de microtraumatismes répétés survenant sur un capitellum dont la vascularisation est fragile. Elle survient chez l'adolescent, plus tardivement que la maladie de Panner, notamment chez les gymnastes, les lanceurs (baseball..), les pratiquants de cyclocross (BMX..).

La radiographie de face, coude en extension ou semi flexion, montre au début un liseré clair sous chondral, puis

apparaissent des irrégularités associant ostéolyse, condensation, fragmentation et aplatissement du capitellum. Secondairement, des fragments peuvent se détacher dans l'articulation. Il peut exister une hypertrophie de la tête radiale, l'apparition d'ostéophytes.

L'IRM permet de mieux analyser ces différents aspects : elle montre l'œdème médullaire, la fragmentation, les défauts cartilagineux, la présence éventuelle de corps étrangers intra-articulaires. Au niveau des fragments encore inclus, l'analyse du signal et des contours peut aider à apprécier leur vitalité et le risque de libération secondaire. La réalisation d'une arthro-IRM ou d'un arthro-TDM peut aider à mieux apprécier la (dis)continuité du cartilage.

Le traitement, chirurgical ou conservateur, dépend de la présence ou non de corps étrangers libérés dans l'articulation.

En résumé, les traumatismes du coude à l'âge pédiatrique sont extrêmement fréquents et le plus souvent de bon pronostic lorsque la prise en charge est adéquate. Ceci nécessite, pour le radiologue, une bonne connaissance de la radio-anatomie au cours de la croissance, et une analyse systématique des radiographies pour reconnaître les repères normaux. L'échographie peut le cas échéant aider au diagnostic lésionnel initial. L'IRM voire la tomodensitométrie sont utiles dans quelques cas particuliers et permettent alors de compléter le bilan lésionnel afin de guider la thérapeutique.

Quelques références

- Kaplan LJ, Potter HG (2006) MR imaging of ligament injuries to the elbow. *Radiol Clin North Am* 44 : 583-94, ix.
- Mcginley JC, Roach N, Hopgood BC, Kozin SH (2006) Nondisplaced elbow fractures: A commonly occurring and difficult diagnosis. *Am J Emerg Med* 24 : 60-6.
- Cheng PG, Chang WN, Wang MN (2009) Posteromedial dislocation of the elbow with lateral condyle fracture in children. *J Chir Med Assoc* 72 : 103-7.
- Rasool MN (2004) Dislocations of the elbow in children. *J Bone Joint Surg Br* 86 : 1050-8.
- Iyer RS, Thapa MM, Khanna PC, Chew FS (2012) Pediatric bone imaging : imaging elbow trauma in children-a review of acute and chronic injuries. *AJR Am J Roentgenol* 198 : 1053-68.
- Zuazo I, Bonnefoy O, Tauzin C, Borocco A, Lippa A, Legrand M, Chateil JF (2008) Acute elbow trauma in children : role of ultrasonography. *Pediatr Radiol* 38 : 982-8.
- Griffith JF, Roebuck DJ, Cheng JC, Chan YL, Rainer TH, Ng BK, Metreweli C (2001) Acute elbow trauma in children: spectrum of injury revealed by MR imaging not apparent on radiographs. *AJR Am J Roentgenol* 176 : 53-60.
- Omid R, Choi PD, Skaggs DL (2008) Supracondylar humeral fractures in children. *J Bone Joint Surg Am* 90 : 1121-32.
- Sharma H, Sibinski M, Sherlock DA (2009) Outcome of lateral humeral condylar mass fractures in children associated with elbow dislocation or olecranon fracture. *Int Orthop* 33 : 509-14.
- Jans LB, Ditchfield M, Anna G, Jaremko JL, Verstraete KL (2012) MR imaging findings and MR criteria for instability in osteochondritis dissecans of the elbow in children. *Eur J Radiol* 81 :1306-10.