

特集 外 傷

4. 小児骨折の勘どころ：四肢の骨折を中心として

榎殿文香理, 河野達夫, 藤田和俊, 西村 玄

東京都立小児総合医療センター 診療放射線科

Essentials of pediatric fractures

Akari Makidono, Tatsuo Kono, Kazutoshi Fujita, Gen Nishimura

Department of Radiology, Tokyo Metropolitan Children's Medical Center

Abstract

Skeletal injuries are common in children. There are differences between pediatric and adult fractures such as incomplete fractures and physeal injuries. While most pediatric fractures heal early and completely with conservative procedures, there are some fractures that need prompt surgery. It is important to know the characteristics of pediatric fractures and initiate adequate treatment. Here we show major pediatric fractures.

Keywords : *Pediatric, Fracture, Radiography*

はじめに

小児において骨折の頻度は高く、様々な部位で見られるが、特に前腕、鎖骨に多い¹⁾。

成人と共通する点も存在する一方で、後述のように、成長している小児の骨においては成人と異なる骨折の形態、注意すべき点などもある。また、治癒が早く、保存的加療でほぼ完全な治癒を望めることが多いが、早期に手術を要する骨折も存在する。さらに、脱臼、骨端線損傷を合併する骨折もあり、これらは見落とされると慢性化したり、変形治癒を来してしまう。このような骨折を知り、早期に適切な治療を開始することが、患児の予後改善をもたらす。

本稿では、すべてを網羅することは難しいが、小児骨折の代表的なものに触れていくこととする。

小児の骨折の特徴

小児の骨は多孔質で弾力性に富むため、小さな外力で骨折しやすい²⁾。弾性の限界で骨折に至らず変形を来し、さらにストレスが加わると骨折を

来す。このような特徴から、小児においては不完全骨折 (incomplete fracture) を来しうる³⁾。

もう一つの特徴として、小児の骨は成長しており、骨膜性骨形成および骨・軟骨のリモデリングが旺盛であるため、骨折した場合、治癒が早く、また当初変形治癒したものでもかなりの程度まで矯正される。また骨膜が厚いため全周が完全断裂することは少なく、転位が少ないため整復が容易となる²⁾。一方で、成人とは異なり、骨端線 (成長板) が存在し、これは力学的に脆弱で骨折しやすく、小児骨折の20%にみられる。同部の損傷・離解 (physeal injury) は成長障害・変形を残しうる⁴⁾。

1. 不完全骨折 Incomplete fracture

10歳以下で見られることが多く、これ以降で見られることはほとんどない。通常は完全に治癒し、予後は良好であるが、まれに変形を補正するために外科的に“骨折”させることもある³⁾。不完全骨折には、急性可塑性変形 (bowing fracture)、隆起骨折 (torus/buckle fracture)、若木骨折 (greenstick

fracture)がある。急性可塑性変形は明らかな骨折は指摘できず、微細骨折による変形のみが認められるタイプの骨折である。隆起骨折は四肢の過伸展などによる受傷で見られ、未熟な骨に変形の限界を超えてストレスが加わることによって凹側となった側にいわゆる圧迫骨折を来すタイプの骨折である。若木骨折は骨折線が骨髓腔までで止まり、完全骨折に至らないタイプの骨折である。それぞれの模式図と実際の画像を示す(Fig.1)⁴⁾。

※よちよち歩き骨折 Toddler's fracture

自分で歩けるようになり始める生後10か月～3歳のいわゆる toddler age にみられる不完全骨折である。この年齢層の児において、明らかな外傷歴がなく、臨床的に骨折が疑われる場合、本骨折を考えるべきである。狭義では、脛骨遠位1/3骨幹部のらせん状の骨折を指す。広義には、足根骨、中足骨、腓骨といった脛骨以外の下肢骨病変を含むこともある⁵⁾。

2. 骨端線損傷 Physeal injury

不完全骨折とともに小児特有の骨折である。予

後を考慮したSalter-Harris分類においては5つのタイプに分けられ(Fig.2)、グレードが高いほど骨端線の早期閉鎖、成長障害・変形の可能性が高い。しかしながら、多くはタイプI(約10%)、タイプII(約75%)である³⁾。この分類でできるだけ正確な骨接合をした場合、タイプIVまでは障害を残すことがほとんどないとされる。注意を要するのは予後の不良なタイプVであるが、転位が生じないため診断が難しい⁴⁾。

早期に外科的治療を要する骨折

小児骨折の診断は容易なものから困難なものまで様々である。前述のように小児においては治癒力が高く、完全な治癒を望めることが多い。しかしながら、中には早期の適切な外科的治療をしないと変形治癒、偽関節形成を来してしまう骨折もある。

1. 上腕骨顆上骨折 Supracondylar fracture

小児骨折の中でも発生頻度が高く、肘関節周囲の骨折では最も多い。6～7歳をピークとしてみられ、肘関節の過伸展強制によって起こることが



Fig.1 a:不完全骨折の模式図：左から順に、急性可塑性変形bowing fracture, 隆起骨折torus/buckle fracture, 若木骨折greenstick fracture(文献5より)
 b:前腕近位部正面像：尺骨の急性可塑性変形bowing fractureおよび橈骨の骨折を認める
 c:前腕遠位部正面像：橈骨の隆起骨折torus/buckle fractureを認める
 d:肘関節側面像：尺骨の若木骨折greenstick fractureを認める

a | b | c
 d | |

多い。わずかな buckle fracture から、転位を伴う完全骨折まで、程度はさまざまである。徒手整復ギプス固定は患者の負担は少ないが、ギプス内で再転位を起こし、外科的治療を要することがある。変形治癒の遺残しやすい骨折であり、血行障害や神経麻痺などの合併症も少なくない^{4,6)}。

単純写真側面像では、骨折部の遠位側骨片が後方へ偏位し、上腕骨遠位の前縁のライン anterior humeral cortical line が上腕骨小頭の骨化中心の前

1/3あるいはこれより腹側を走る。ただし、きちんとポジショニングされた側面像でない場合、偽陽性となることがあるため、fat pad sign や周囲軟部組織の腫脹など副所見も合わせた総合的な診断が重要である (Fig.3)³⁾。

※Anterior humeral cortical line : 肘関節単純写真側面像において、正常では上腕骨小頭の骨化中心の真ん中を走る³⁾。

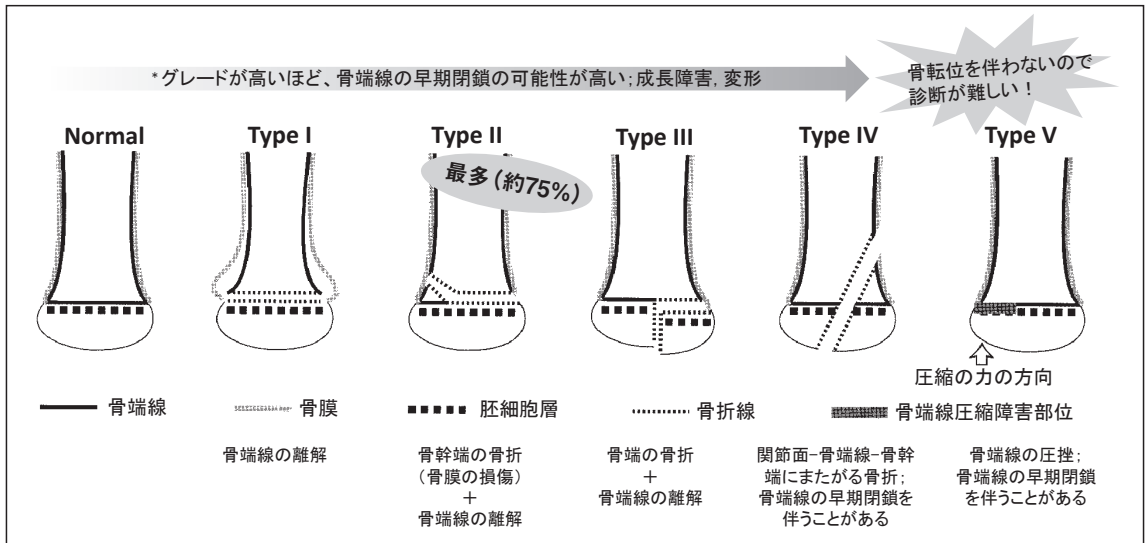


Fig.2 Salter-Harris 分類 (文献9より)

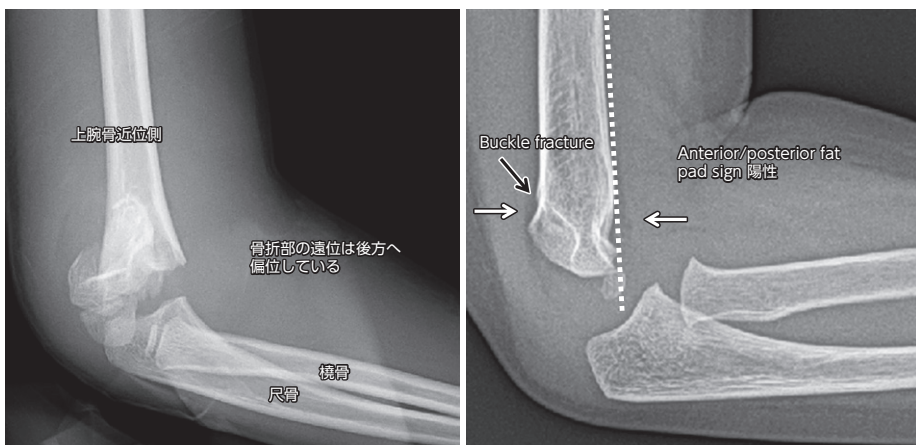


Fig.3 上腕骨顆上骨折, 肘関節側面像
 a: 明らかな骨転位を伴う complete fracture
 b: 骨転位のほとんどない buckle fracture : anterior humeral cortical line (破線) は上腕骨小頭の前縁を通っている

※Fat pad sign：肘関節単純写真側面像で見られるサインである。Anterior fat pad sign, posterior fat pad signがある。前者は鉤突窩のfat padを反映しており、正常でも透過性亢進域として描出されるが、関節内血腫/水腫の場合、fat padは上方へ転位し、anterior fat pad sign陽性となる。後者は肘頭窩のfat padを反映しており、正常では上腕骨内外顆の陰影に隠れて描出されないが、関節内血腫/水腫の場合、fat padは上方へ転位し描出されるようになり、posterior fat pad sign陽性となる。正常では見えないものが関節内血腫/水腫を来すような状態で見えるようになるサインであるposterior fat pad signの方が診断能は高い⁴⁾。

2. 上腕骨外顆骨折 Lateral condyle fracture

上腕骨下端の関節内骨折で、Salter-Harris分類のタイプIVの骨端線損傷に相当する。肘関節周囲の骨折では上腕骨顆上骨折に次いで2番目に多くみられる。骨端線損傷を伴う場合、適切に治療されないとのちに偽関節や外反変形、外顆骨端核の壊死を来すことが多い。骨折線が上腕骨滑車部にかかる場合には橈尺骨が垂脱臼位をとることが多く、末梢骨片は外方転位や回旋転位を来しやすい。

単純写真では、外固定で癒合が期待できる安定型と整復固定術を要する不安定型を鑑別することが重要である。また、骨片の初期転位が軽度であつても、

外固定中に転位が増強するlate displacement (LD) に注意が必要である。安定型と診断した場合でも、短期での画像フォローを行い、LDの有無、不安定型ではないことを確認する必要がある (Fig.4)^{4,6)}。

骨折を見つけただけで 安心してはいけない

純粋な肘関節脱臼はまれで、多くはcomplete/incomplete fractureに合併して起こる。脱臼に対する適切な治療がなされない場合、陳旧化してしまう^{4,6)}。

1. Monteggia骨折 Monteggia fracture

尺骨の近位1/3骨幹部骨折と橈骨頭の脱臼を合併した状態である。尺骨の骨幹部骨折を認めた場合、本骨折を疑い、肘関節を含めて単純写真を撮影する必要がある。また、脱臼を診断しても、純粋な脱臼は小児においてきわめて少ないことを考慮して、骨折がないか注意して検索する姿勢が必要である⁶⁾。

疼痛や前腕の回旋のため、X線撮影で正しい肘関節正面像および側面像を得ることはときに困難である。そこで、橈骨頭の脱臼を見つける手立てを紹介したい。上腕骨小頭と橈骨頭は関節しており、このため橈骨の長軸は、肘関節の屈曲・伸展、前腕回内・回外のいかなる肢位、いかなる撮影方向でも上腕骨小頭へ向かう。橈骨長軸が上腕骨小

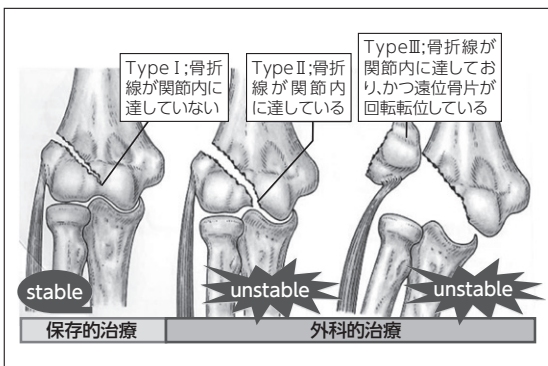


Fig.4 上腕骨外顆骨折, 肘関節正面像

a: 上腕骨外顆骨折の安定型, 不安定型の模式図 (文献4より)

b: 骨転位のない安定型

c: 骨転位を伴う不安定型

a | b | c

頭へ向かっていない場合、脱臼が疑われる⁴⁾。ただし、橈骨頭の骨端核が出現していない場合、橈骨頭の脱臼を見逃してしまうことが多いため注意が必要である (Fig.5)⁶⁾。

※Monteggia類似骨折 Monteggia equivalent fracture：尺骨に明らかな骨折がなくても、若木骨折や急性可塑性変形により弯曲変形を起こし、橈骨頭が前方へ脱臼していることがある。つまり、尺骨の不完全骨折と橈骨頭の脱臼を合併した状態である。明らかな骨折が認められなくても、小児においては不完全骨折に注意したい (Fig.6)⁶⁾。



Fig.5 Monteggia骨折, 肘関節側面像
尺骨の骨幹部骨折と橈骨頭の脱臼を認める。

2. Galeazzi骨折 Galeazzi fracture

橈骨骨幹部骨折と遠位橈尺関節脱臼を合併した状態である。橈骨骨幹部骨折を認めた場合は、手関節撮影を行い遠位橈尺関節の評価も行う必要がある。遠位橈尺関節脱臼は三角線維軟骨複合体 (TFC) 断裂や尺骨茎状突起骨折を伴うことが多く、MRによる精査が必要なこともある (Fig.7)。

※Galeazzi類似骨折 Galeazzi equivalent fracture：橈骨骨幹部骨折に、遠位橈尺関節脱臼ではなく、尺骨遠位骨端線損傷を合併した状態である。これは小児特有の骨折であり、変形治癒・成長障害を残しうるため注意が必要である⁶⁾。

骨折の可能性を忘れてはいけない

肘内障 Pulled elbow

橈骨輪状靭帯が橈骨頭から脱転し、橈骨頭と上腕骨小頭との間に陥頓した状態である。小児の四肢骨関節外傷のなかで最も頻度の高い外傷で、2歳前後をピークとしてみられる。一般には手を急に牽引された後から上肢を動かさなくなり、患肢をだらりと下げて前腕は軽度回内位をとり、あまり動かそうとしない、という典型的な病歴と身体所見を有するため、診断は比較的容易である。

肘内障の診断において、単純写真の有用性はそれほど高くはない。橈骨と尺骨の関係が変化することの報告もあるが、断定的な所見としてとることは難しい。むしろ、単純写真では骨折の有無、そ

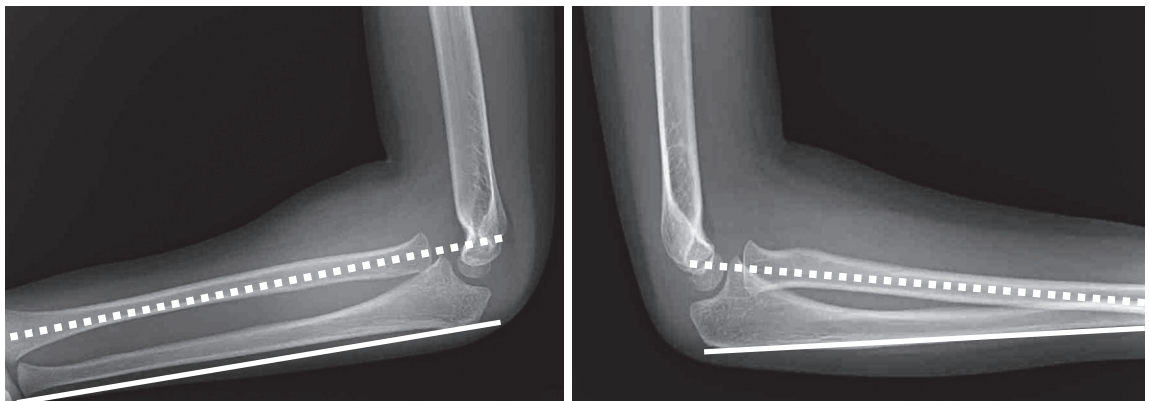


Fig.6 Monteggia類似骨折, 肘関節側面像
a: 患側：尺骨の急性可塑性変形と橈骨頭の脱臼を認める。
b: 健側

a | b

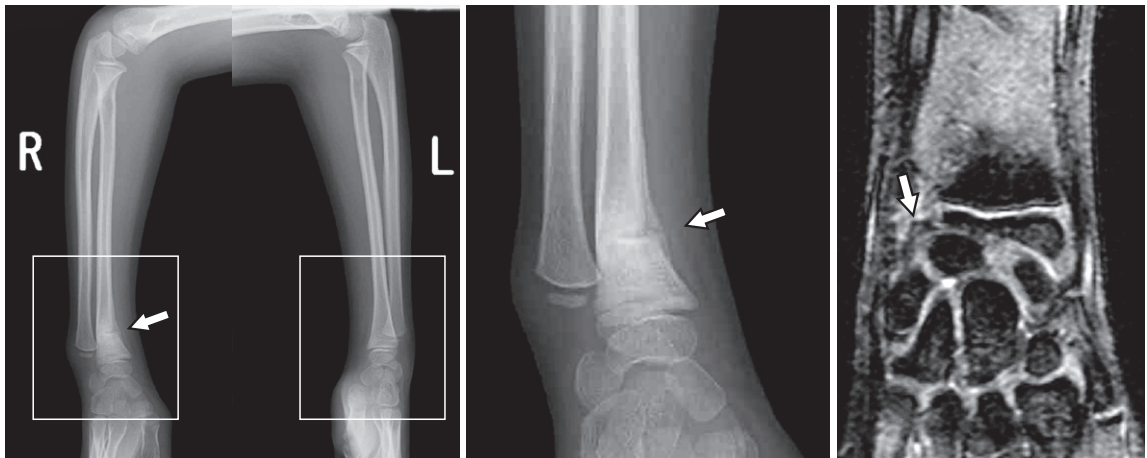


Fig.7 Galeazzi 骨折

a: 両側前腕側面像：右側の橈骨遠位骨幹部骨折と遠位橈尺関節の脱臼を認める。

b: 右側病変部拡大図：骨折部には仮骨形成が認められる。

c: 右手関節MR冠状断像(T2*WI)：三角線維軟骨複合体(TFC)断裂を認める。

a | b | c

して fat pad sign の有無に注意したい。Fat pad sign 陽性の場合、少なくとも関節血症が疑われるので、肘内障の整復手技をむやみに行ってはならない。骨折が明らかでなくても、上腕骨外顆骨折や肘頭骨折の可能性があり、シーネ固定を行い、経過観察を行うべきである⁴⁾。

次の診察はないかもしれない

児童虐待 Child abuse

一般に、児童虐待は保護者がその監護する児童に対し行う行為とされ、身体的虐待、ネグレクト、性的虐待、心理的虐待に分けられる。児童虐待に関する報告は1888年のWest⁷⁾の報告に端を発し、1954年にCaffey⁸⁾が説明のつかない小児の長管骨骨折もしくは硬膜外血腫が認められた場合、各々の存在を疑い精査の必要があることを示唆して以来、虐待に関する症例報告が徐々に増加した⁴⁾。

被虐待児が正確な病歴を持って病院へやってくる機会は少なく、その診断に苦慮することは少なくない。しかしながら、不幸にも診断に至らなかった場合、再度虐待を受け不幸な結果を招きかねない。児童虐待を疑った場合には、「次回診察」はないかもしれないという心構えで取り組むべきである。特徴的な画像所見を知り、その所見を見つけることによって(身体的)虐待の可能性を想起し、早期の診断・対応へつなげることが重要である。

Table 1 被虐待児にみられる骨病変(文献3より)

頻度が高い	頻度がやや低い	頻度が低い
多発骨折	脊椎骨折	肩甲骨骨折*
骨幹部病変*	手足の小さな骨の骨折	骨盤骨折
多発肋骨骨折*	鎖骨骨折	胸骨骨折
骨幹部骨折	脱臼, 骨端の離解	顔面, 下顎の骨折
頭蓋骨骨折		
骨膜反応		

* 被虐待児でとても特徴的な所見

多発する時相の異なる骨折は本疾患を強く示唆するが、低出生体重児、代謝性疾患、骨系統疾患などの骨折しやすい背景疾患の鑑別が必要である。また、児童虐待の診断には骨折などの外傷の状態と受傷機転が合致しうるか否か、偶発的な外傷ではないか、検証が必要である。たとえば、およそ1mの高さから硬い表面を有する場所へ転落した場合、頭蓋骨の線状骨折を来しうるが、長管骨の骨折や中枢神経系の損傷を伴う可能性は少ない。これまでに、児童虐待に特徴的な骨の損傷形態、分布は多く報告されており、それらを頻度とともに示す(Table 1)。これらの中で、多発肋骨骨折、骨幹部病変、頭蓋骨骨折は1歳未満で多く、骨幹部の骨折はこれより年長児に多い。これらの

Table 2 単純写真における骨折の経時的変化
(文献3より)

	Early	Peak	Late
軟部組織の腫脹の改善	2～5日	4～10日	10～21日
骨膜下の新生骨の形成	4～10日	10～14日	14～21日
骨折線の消失		10～14日	14～21日
ぼんやりとした仮骨形成		10～14日	14～21日
はっきりとした仮骨形成	14～21日	21～24日	42～90日
リモデリング	3か月	1年	2年～ 骨端線閉鎖

所見を認めた場合、まず児の安全を確保した後、体表観察、頭蓋内病変、眼底出血など更なる検査を迅速に行う必要がある³⁾。

骨折の治癒過程、 単純写真上での経時的変化

骨折では、骨および骨膜の損傷が起こる。この治癒過程は炎症期 (inflammatory phase) →修復期 (reparative phase) →リモデリング期 (remodeling phase) から成る。まず、骨折部周囲には血腫が形成され、この内部には壊死した骨・骨髄、周囲の軟部組織が含まれる。まず血腫の器質化が始まり、血腫内の軟部組織由来の骨芽細胞と破骨細胞が出現し、さらに血腫内に毛細血管が新生し始める (炎症期)。次に仮骨形成が始まり、骨片同士をつなぐ (修復期)。最後に仮骨は成熟した骨によって置き換えられ、治癒する (リモデリング期)。この過程は単純写真で、骨折線の消失、仮骨形成と

してとらえることができる。これらの変化は骨折後10～14日ではっきりと認められるようになる。このため、受傷直後には単純写真で検出困難な骨折も、この時期に再検することによってはっきりと検出することができる。逆に、これらの所見が認められた場合、骨折後どの位の時間が経過しているか考える手立てともなる (Table 2)³⁾。

●文献

- 1) Herring JA (ed) : Tachadjian's Pediatric Orthopaedics from the Texas Scottish Rite Hospital for Children, 4th edition. Philadelphia, Saunders, 2008, p2355-2356.
- 2) 日本小児整形外科学会 教育研修委員会 : 小児整形外科テキスト. 東京, MEDICAL VIEW, 2004, p225-266.
- 3) Slovis TL (ed) : Caffey's pediatric diagnostic imaging, 11th edition. Philadelphia, Mosby, 2008, p2776-2830.
- 4) 岩本幸英 (ed) : OS NOW Instruction 小児の骨折・外傷 手技のコツ&トラブルシューティング. 東京, メジカルビュー, 2007, p23-41, 76-91, 105, 211-219.
- 5) Martino F (ed) : Imaging of Pediatric Bone and Joint Trauma. Millan, Springer-Verlag Italia, 2011, p9-15.
- 6) 戸山芳昭 (ed) : アトラス骨・関節画像診断 3. 外傷. 東京, 中外医学社, 2011, p27-33, 56-62.
- 7) West S : Acute periosteal swelling in several young infants of the same family probably rickety in nature. Br Med J 1888 ; 1 : 856-857.
- 8) Caffey J : Multiple fractures in long bones of infants suffering from chronic subdural hematoma. AJR Am J Roentgenol 1946 ; 56 : 163-173.
- 9) 荒木 力, 原 裕子編 : すぐわかる小児の画像診断. 東京, 秀潤社, 2011, p351.