

## 特集 小児・新生児領域の医原性疾患の画像

### 2. 胸 部

原 裕子

川口市立医療センター 放射線科

#### Radiological findings of iatrogenic diseases in the thorax in childhood

Hiroko Hara

Department of Radiology, Kawaguchi Municipal Medical Center

#### Abstract

Iatrogenic diseases refer to adverse effects or complications caused by or resulting from medical practice. Iatrogenic diseases may be caused by errors or by expected or unexpected outcomes of therapies and procedures associated with a wide variety of medical devices, medicines, radiation, anesthesia, and surgery. Some iatrogenic diseases are clearly defined, while some are less obvious, and can require significant investigation to prove iatrogenesis.

Many complications have been reported in the thorax in childhood. Chest radiographs are useful to depict some of the complications associated with catheters and tube placement as follows; malposition, and hypopharyngeal or esophageal perforation associated with nasogastric tubes, different types of air leak, perforation, granulation and airway stenosis associated with endotracheal tubes, migration, pneumothorax, infection, hematoma, fluid collection, and thrombosis associated with peripherally inserted central venous catheters. Tracheo-innominate artery fistula following tracheostomy with scoliosis is a rare but life-threatening complication. To avoid delaying the diagnosis, it is important to recognize the tip and course of catheters and tubes on chest radiographs each time for prompt management.

In this article, the radiographic findings associated with catheters and tube placement are described, as well as some other iatrogenic diseases in the thorax in childhood.

**Keywords :** iatrogenic diseases, Thorax, Childhood

医原性疾患とは、医療行為が原因で生じる障害や疾患の総称であり、合併症と呼ばれることもある。その原因としては、医療器具、医療材料、医薬品、輸血、麻酔、手術、検査、放射線被曝など様々である。発症直後に医原性と判明する例もあるが、症状発現までに長期間を要し、長い年月を経た後に医原性であったと解明される場合もある。医療行為は疾病の治療や症状を改善するために行われているが、種々の治療が同時に行われている場合、障害が医原性とは証明困難な例もある。

ここでは最も多いと思われるカテーテル/チューブを中心とした小児・新生児胸部領域の医原性疾患の所見を中心に、理解しておくべき事や予防方法、経験例などを記載する。

#### カテーテル，チューブ

NICUに入院中の新生児を例に挙げると様々な管が挿入されている (Fig.1)。単純写真が撮影される毎にこれらの走行と先端の位置を確認することが大切である。

### a. 栄養チューブ

経管栄養や減圧を目的として胃管が挿入される。通常は経鼻的に食道から胃まで挿入される。胃食道逆流現象や消化管蠕動障害を有する症例では、目的が達成されやすい位置を考慮して先端を十二指腸から空腸に留置する場合もある。

胸部単純写真で経鼻栄養チューブは胸部正中を下り、食道胃接合部を通過後左上腹部に向かいループを形成することもある<sup>1)</sup>。側面像では食道胃接合部を通過後は前方に向かう (Fig.1)。先端が胃内に存在することは、胃内容物の吸引や心窩部で少量の空気注入時に気泡音が聴取されること、あるいは単純写真で確認する。

栄養チューブに伴う合併症には様々な種類がある。画像診断が有用な合併症として、挿入時は、カテーテルの位置異常、食道穿孔、胃穿孔、十二指腸穿孔、留置中には、逆流性食道炎、食道狭窄などがあげられる。

栄養チューブが気管から気管支に迷入することが起こりうる (Fig.2)。気道の反射が低下した患児では気道内に誤挿入されても強い咳嗽反射を生じないことがあるので、特に栄養剤注入が目的の場合には先端を確認した後に注入を開始しないと重篤な合併症を生じる (Fig.3)。

食道穿孔の原因の約72%は医原性であり<sup>2)</sup>、栄養チューブ (Fig.4) や内視鏡挿入、あるいは食道拡張術時<sup>3)</sup> に生じる稀な合併症である。どの年齢でも起こりうるが、新生児や乳児に多い<sup>4)</sup>。穿孔部位として頻度が高いのは、下咽頭、頸部食道である<sup>2,5)</sup>。頸部食道では縦走筋や漿膜が欠如し、狭い

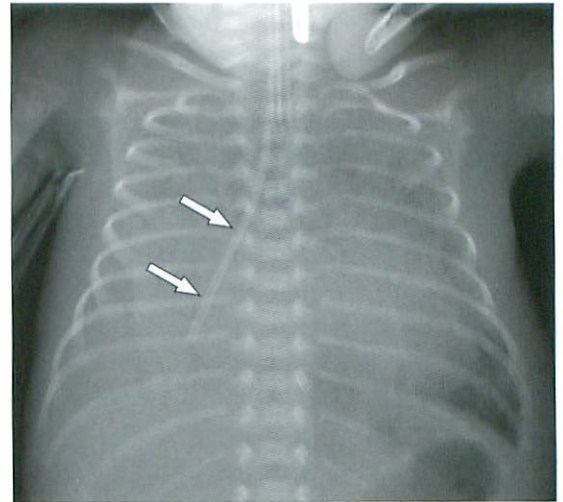


Fig.2 A newborn baby with a NG tip in the right lower lobe bronchus  
An anterior chest radiograph (CXR) demonstrated migration of a NG tip (arrows) into the right lower lobe bronchus.

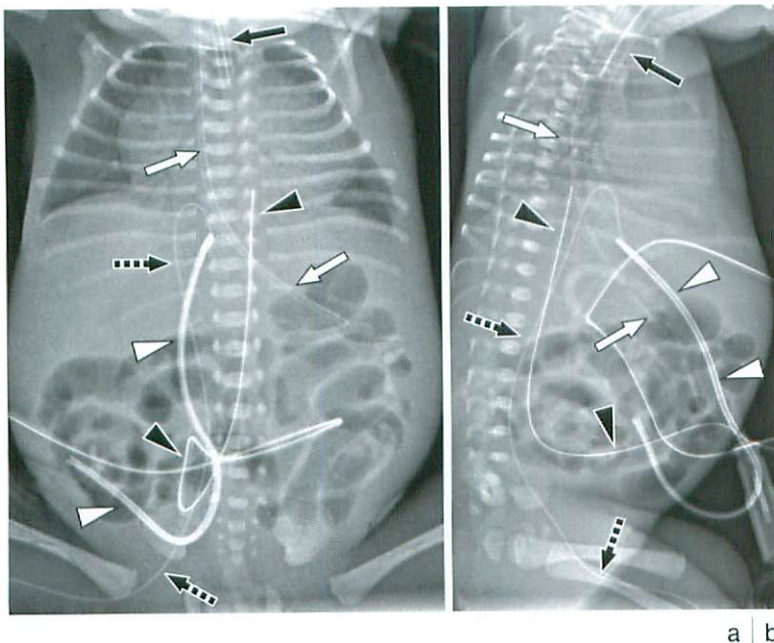


Fig.1  
Chest and abdominal radiographs of a newborn baby  
a : Frontal view  
b : Lateral view  
Different kinds of tubes and catheters were placed in a newborn baby. Frontal (a) and lateral (b) views provide better information to evaluate the tip and course of those tubes and catheters. It is very important to focus on their positions on radiographs taken each time.  
—●— : Endotracheal tube (ET)  
—○— : Nasogastric tube (NG)  
▲ : Umbilical arterial catheter  
△ : Umbilical venous catheter  
---●--- : Peripherally inserted central venous catheter (PICC)



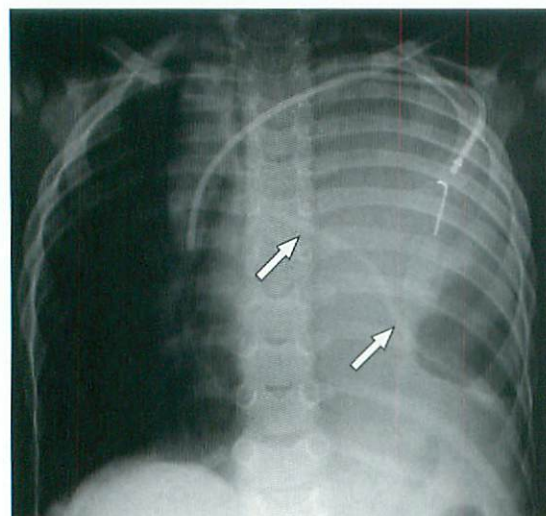
部位でもある輪状咽頭筋後壁部で穿孔が起こりやすい<sup>5)</sup>。穿孔時の一般的な症状は、頸部痛や胸骨後部痛、嚥下障害、発熱、皮下気腫、縦隔気腫などであるが、症状が欠如したり発現が遅延する場合もある。食道穿孔後早急な診断と適切な治療が行われない場合致死的となりうる。死亡率は16～29%である<sup>6)</sup>。

## b. 気管チューブ

人工換気が必要な呼吸不全や無呼吸、迅速な蘇

生、上気道狭窄、気管内吸引が必要な症例では気管挿管が施行される。挿管直後に胸部単純X線写真(CXR)で先端の位置を必ず確認する。

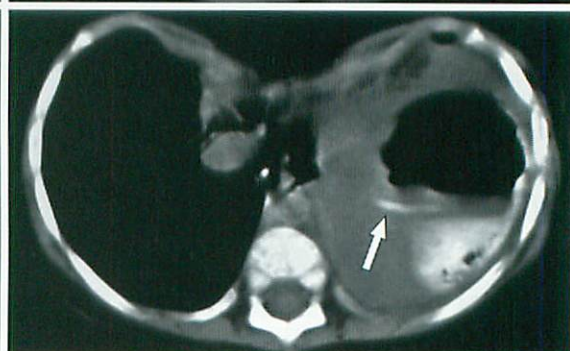
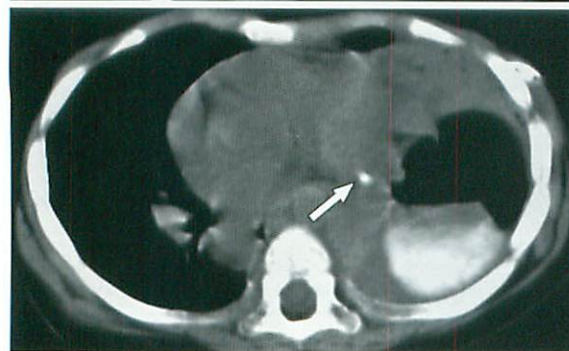
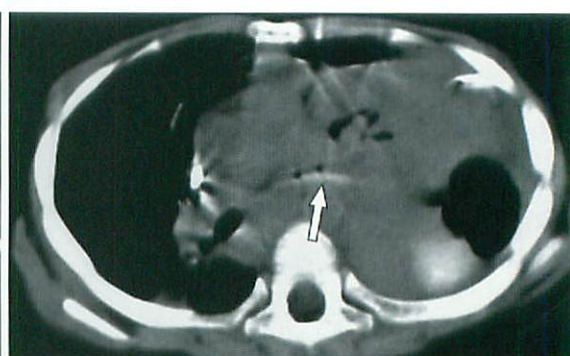
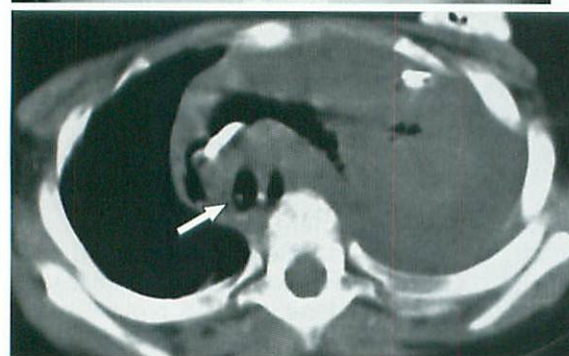
気管チューブは胸部正中を下行し、CXRで先端はC7からTh4 (理想的にはTh1-3)に存在することが望ましい<sup>1)</sup>。気管チューブは先端がずれないように口元で固定されるが、新生児では首の向きや位置により容易に先端の位置が変動することを理解しておくことは重要である。すなわち頸部を屈



a  
b c  
d e

Fig.3 Migration of a NG

A 2 year and 5 month old boy had anoxic brain damage. He was suddenly affected with pyothorax on the left. An initial CXR (a) showed left pleural effusion. Pus was aspirated through a drainage tube. A NG (arrows) had migrated into the trachea and penetrated into the left thoracic cavity through a left lower lobe bronchus as revealed on CT (b-e). Pneumomediastinum was also seen. The NG (arrows) appeared to have migrated into the trachea to left lower lobe bronchus on initial CXR (a) retrospectively, when looked at carefully. However tracking the NG on CXR was not easy as it was not sufficiently radiopaque.



曲すると先端は深くなり、伸展すると浅くなる (Fig.5)<sup>7)</sup>。また口角が気管から離れる方向に偏位すると先端は浅くなる<sup>7)</sup>。

CXRで気管チューブの先端が適正部位に存在せ

ず、チューブの位置を変更した場合はその事実をフィルムに記載しておくことが大切である (Fig.6)。こうしておけばそれ以外の人でも変更内容などの情報を共有することが容易である。

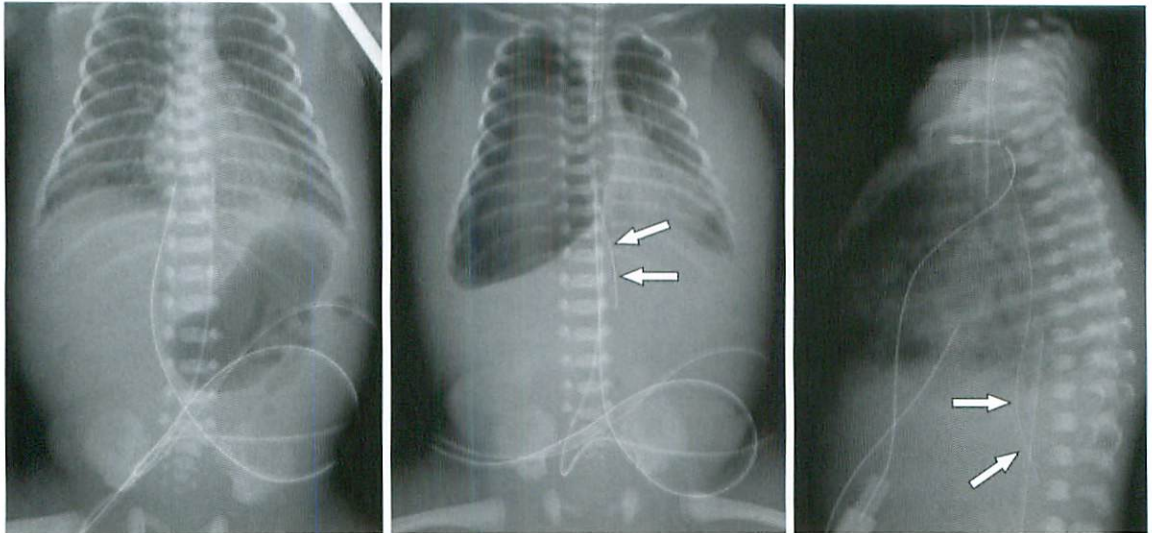


Fig.4 A newborn baby with pneumothorax

a | b | c

A NG was changed to a new one. Following breastmilk feeding through the NG, right pneumothorax developed. Comparing with CXR taken prior to (a) and later to (b, c) the NG exchange, note the tip of the NG. The tip of NG (arrows) below the diaphragm was directed downward on the frontal view (b), and posteriorly on the lateral view (c). This indicated that the tip had migrated into the retroperitoneum. The NG presumably penetrated into the hypopharynx or esophagus.



Fig.5 ET movement with change of head position in the neonate

a | b

The ET tip moved caudally with flexion (a), and cephalad with extension (b).



頸部が中立位でチューブの先端が適正位置に存在していても、頸部屈曲により気管チューブの先端が右主気管支に挿入されることがある。このような状態でサーファクタント補充療法が行われると、サーファクタントは主に右中下葉にのみ注入され、これらの含気は改善するが、それ以外の肺の透過性は低下したままで(Fig.7)、呼吸状態の改善は不良となる。

気管挿管の合併症も多数あるが、画像診断が有用と思われるものはair leak、喉頭や気管狭窄や肉芽形成、気管・食道穿孔などである。

Air leakは気管挿管、人工換気による合併症として起こりうる。新生児期では間質性肺気腫(pulmonary interstitial emphysema: PIE)から始まる気胸、気縦隔、皮下気腫である。PIE (Fig.8)は新生児に特有のair leakで、肺の間質に空気がもれて生じる。CXRではPIEは数珠状、芋虫様の小さなガス像を呈する。PIEは気胸、気縦隔の前駆状態である。初期のPIEが発見されたら、片/両側肺全体に波及したり(Fig.8)、さらに気縦隔、皮下気腫、気胸や稀ではあるが気腹を生じる可能性を念頭におく必要がある。消化管穿孔以外の気腹

の原因としてair leakがあることを知っておくことは大切である。挿管、人工換気に伴うair leakは乳幼児や小児でも生じ(Fig.9)、重篤なair leakでは気腹や後腹膜気腫まで、また皮下気腫は腹部から陰囊にまで及ぶこともある。気縦隔では胸腺の挙上や描出、continuous diaphragm sign、気胸ではdeep sulcus sign、腹腔内遊離ガスではRigler signやfootball signなどである。

気管挿管や気管切開では肉芽や線維化による気管狭窄を生じる。肉芽は切開部、チューブ先端やカフの部位に生じやすい。気管切開に伴う合併症は小児では26%に生じると報告されている<sup>8)</sup>。挿管されている期間が発生頻度に重要な因子とされる。狭窄は隔壁様や紡錘状、不整形を呈する。単純写真でも診断可能であるが、CTは隔壁様構造や肉芽の描出に有用である。

気管腕頭動脈瘻は気管切開に伴う極めて重篤な合併症で、発生率は0.7%と報告されている<sup>9)</sup>。重症心身障害児や神経筋疾患では、側弯などの胸郭変形や繰り返す肺炎による呼吸障害のために長期人工呼吸管理や、在宅人工呼吸を要する症例に気管切開、挿管を施行することが多い。気管腕頭動



Fig.6 ET in the right main bronchus

An 11-month-old girl had severe dyspnea associated with pulmonary venous congestion due to cor triatriatum. Therefore she was intubated. The ET tip was placed into the right main bronchus, and thus the ET was removed 2cm, and recorded on the film. It is important to share such information with all the staff members providing medical care.

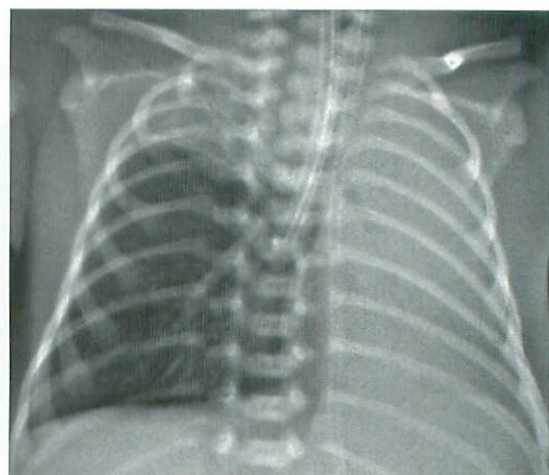


Fig.7 A premature baby with respiratory distress syndrome

Artificial surfactant was given through ET, though the ET tip migrated to the right main/intermediate bronchus accidentally. As a result, aeration of the right middle and lower lobes was improved, although the right upper lobe and left lung remain collapsed.

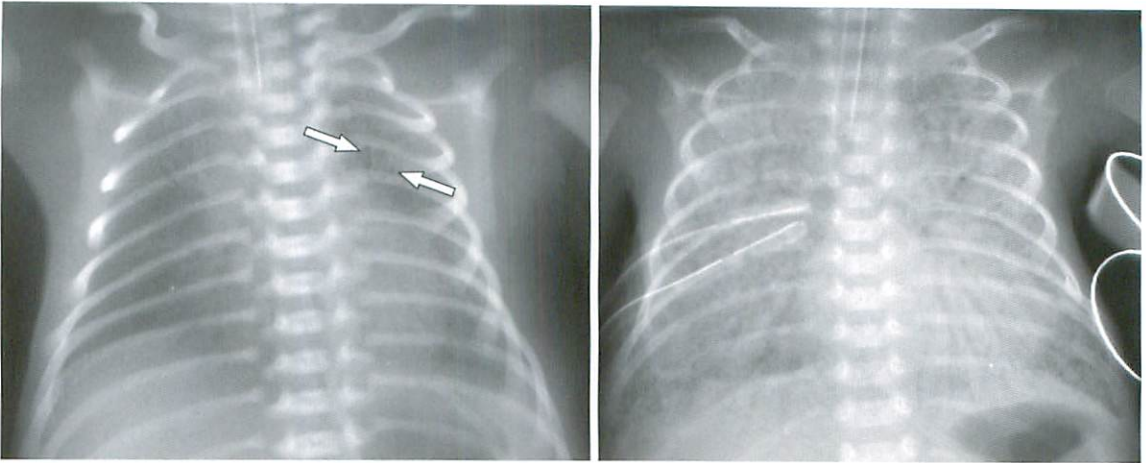


Fig.8 A premature baby with PIE

a | b

CXR (a) showed PIE in the left upper lobe, which is meandering tubular and cystic lucencies (arrows) radiating from the hilum to the periphery along the perivascular bundles. PIE is not tapered like bronchus towards the periphery. On the next day, CXR (b) revealed PIE scattered throughout both lungs. Two drainage tubes for pneumothorax were placed on the right.

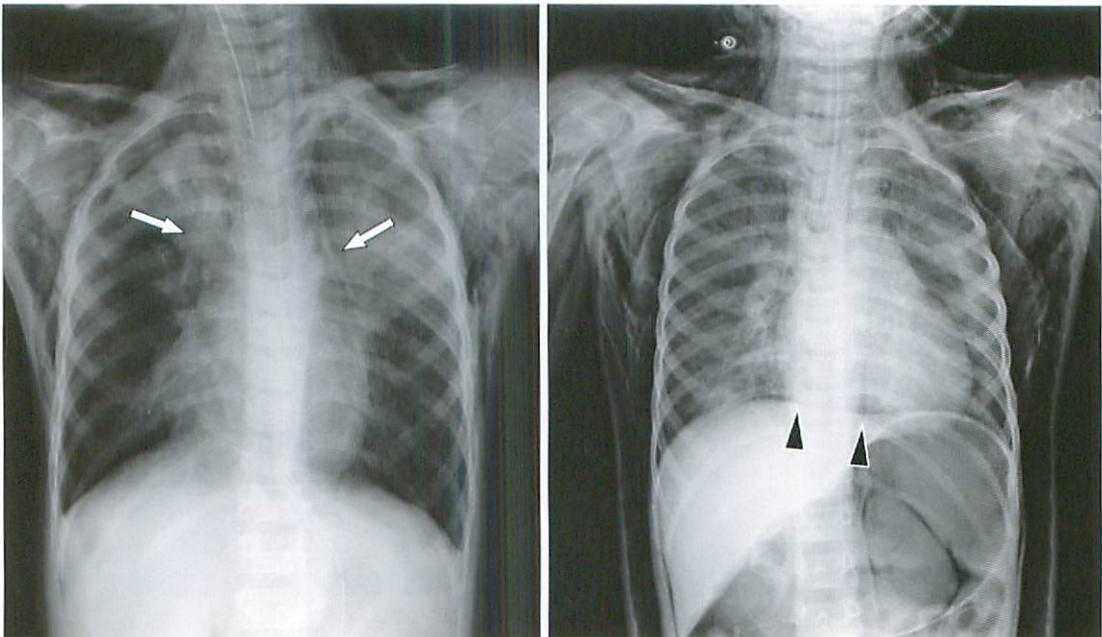


Fig.9 Extensive air leak

a | b

A 7-year-old boy had an acute attack of bronchial asthma. He was intubated as the dyspnea worsened. CXR (a) demonstrated pneumothorax, pneumomediastinum, and subcutaneous emphysema. Thymus (arrows) was displaced laterally and visualized by pneumomediastinum. Then free air in the abdomen and pneumoretroperitoneum developed (b). Note extensive subcutaneous emphysema, and continuous diaphragm sign (arrowheads) indicating pneumomediastinum.



脈瘻は気管切開カニューレ先端・カフによる気管内腔からの圧排による壊死が原因とされ、胸郭変形による気道や大血管の変形、ステロイド投与、放射線照射、低栄養状態による血管・気管の脆弱化などが関与するとされる<sup>10)</sup>。気管腕頭動脈瘻は気管切開後比較的早期に多く、最初の3週間に72%が発生すると報告されている<sup>9)</sup>。小児の重度身体障害者では、成長と共に側弯が進行する可能性があり、気管腕頭動脈瘻を生じる可能性を念頭に置いて経過観察することが重要である。腕頭動脈と気管との位置関係の把握にはCTが有用である (Fig.10)<sup>10)</sup>。

### c. 中心静脈カテーテル

末梢穿刺中心静脈カテーテル (peripherally in-

serted central venous catheter : PICC) 挿入では、動脈穿刺、気胸、先端の位置異常、感染、縦隔血腫や血胸、心タンポナーデ、縦隔水腫、心嚢液、胸水、血管外漏出、血栓/塞栓、静脈狭窄、カテーテルの閉塞、折れ曲がりや破損、抜去困難など様々な重篤な合併症があり<sup>11-14)</sup>、詳細は別論文で述べられるので重複する可能性があるが、胸部の合併症をここでも一部供覧する。

PICCの適正な先端部位は上大静脈や遠位下大静脈であるとされるが<sup>1)</sup>、本邦の新生児のPICCの先端は上大静脈や腕頭静脈より鎖骨下静脈が好まれる傾向にある<sup>12)</sup>。縦隔への液体貯留、胸水 (Fig.11)、心嚢液貯留はPICC挿入における合併症として報告されており、血管外漏出の頻度は



Fig.10 Tracheo-innominate artery fistula

A 20-year-old woman had cerebral palsy, mental retardation, epilepsy, and scoliosis. She had undergone tracheostomy at 20 years of age, and was intubated. A month after the from tracheostomy, hemoptysis was identified. Enhanced CT (a) demonstrated the innominate artery (arrow) riding over the trachea, and compressing it. Severe scoliosis resulted in narrowing and anatomical distortion of the thoracic inlet. Angiography (b) revealed tracheo-innominate artery fistula (arrow). A covered stent was introduced into the right innominate artery, and the fistula was occluded (c).

0.25%<sup>13)</sup>、胸水の頻度は新生児では0.1%である<sup>12)</sup>。文献的に鎖骨下静脈や腕頭静脈への留置は危険性が高いとされる<sup>15)</sup>。胸水発症の機序としては、鎖骨下静脈や腕頭静脈に多数存在する小分枝へのカテーテル先端の迷入、血管壁の障害や穿孔や鎖骨下静脈血栓形成による胸管開口部の閉塞などが挙げられる<sup>14, 16)</sup>。呼吸状態の悪化や軟部組織の腫脹などからカテーテル関連胸水が疑われた場合、胸水の内容分析やカテーテルからの造影などによる早期診断と治療が重要である。

カテーテル関連血流感染症 (Fig.12) の頻度は新生児では1.8%である<sup>12)</sup>。局所の感染症から重篤な敗血症まで程度は様々である。敗血症の臨床症状があり、血液培養でPICC先端と同一病原体が検出されたり、PICC以外に感染源が存在しないこと、PICC抜去により症状が改善されることなどからカテーテル関連血流感染症と診断される<sup>12)</sup>。

PICCから投与される薬液や栄養剤は、在胎週数、年齢、体重、疾患や体表面積に応じて必要量が投与される。肺水腫の原因として心原性、非心原性以外に輸液過剰が挙げられる (Fig.13)<sup>17)</sup>。原

因にかかわらず、肺水腫のCXR所見に相違はない。

#### d. ドレナージチューブ

気胸や胸水貯留に対しドレナージチューブが挿入される。気胸に対するドレナージチューブは肺尖方向や新生児では胸腔の前方方向に向けて留置される。これに対し胸水は仰臥位では胸腔内後方に貯留するので胸水に対するドレナージチューブの先端は胸腔の後方に向けて留置されるべきである。先端の位置は正面と側面2方向で確認するが、ドレナージ効果が不良であればさらにCTなどによる位置確認も考慮する必要がある。

#### e. 予防について

栄養チューブ、気管チューブ、PICC挿入後の合併症を予防するための一般的な工夫を記載する。

チューブ類はX線非透過性の製品を使用すると単純写真で確認しやすい。見えにくければ単純写真で確認しやすい製品に変更する。

挿入後の初回撮影は正面像だけでなく側面像と2方向を撮影することにより、走行と先端位置をより正確に確認しやすい。PICCの先端は超音波検査でも確認可能である。

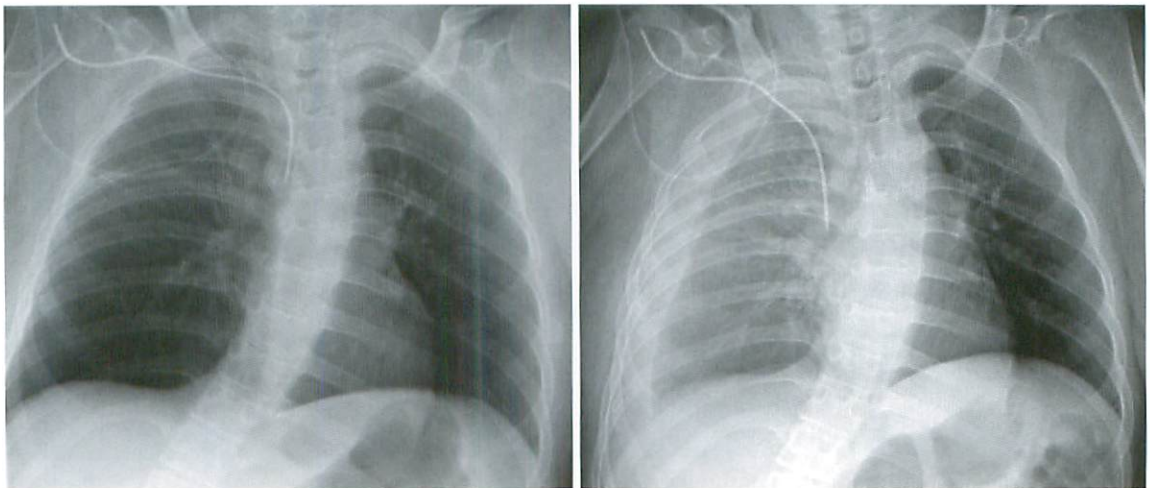
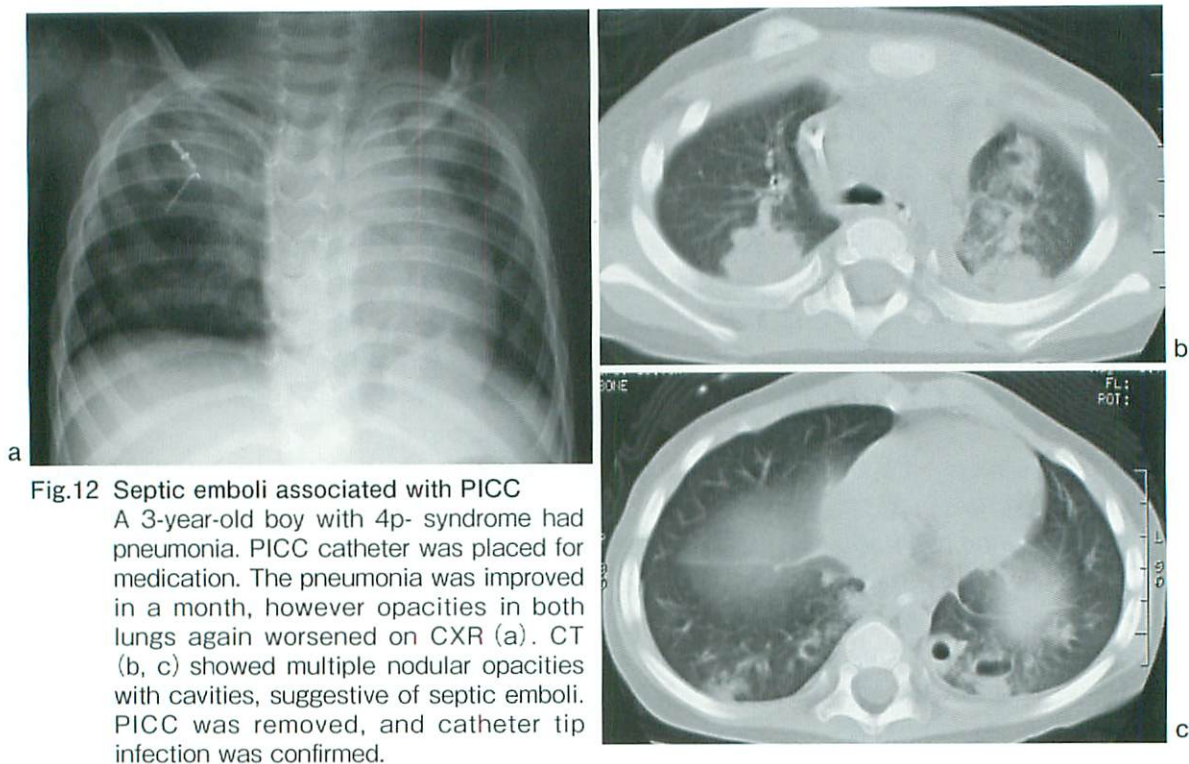


Fig.11 Pleural effusion as a complication associated with PICC

a | b

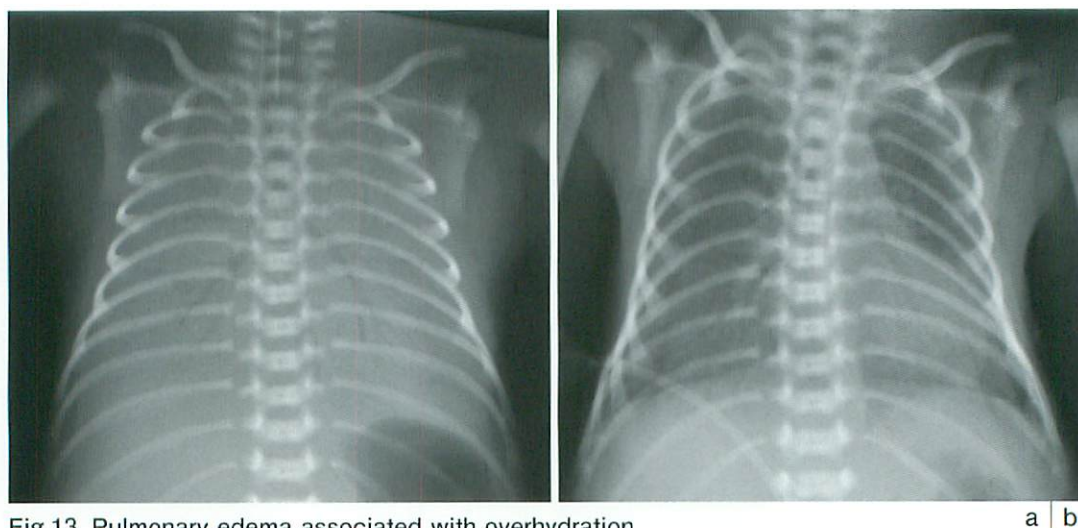
A 7-year-old girl had cerebral palsy, and systemic lupus erythematosus. A PICC was inserted through the right subclavian vein. The PICC tip appeared to be near the junction of the superior vena cava and the right atrium on CXR (a). Six hours after infusion of Solita solution, respiratory distress worsened. The second CXR (b) revealed right pleural effusion. 400 ml of fluid was aspirated by thoracentesis. The fluid content of the thoracentesis was similar to that of Solita solution which was infused. The PICC tip was surmised to have migrated into a small tributary of SVC, and extravasation of infusate presumably resulted in pleural effusion.





**Fig.12 Septic emboli associated with PICC**

A 3-year-old boy with 4p- syndrome had pneumonia. PICC catheter was placed for medication. The pneumonia was improved in a month, however opacities in both lungs again worsened on CXR (a). CT (b, c) showed multiple nodular opacities with cavities, suggestive of septic emboli. PICC was removed, and catheter tip infection was confirmed.



**Fig.13 Pulmonary edema associated with overhydration**

A premature baby boy was born at 30 weeks and 3days, weighing 1650g. He was transferred to our hospital with infusion of 10% glucose solution. When he arrived, his initial CXR (a) on day 0 showed radiopaque bilateral lungs with airbronchogram. He was intubated for respiratory distress. On admission, serum glucose was 920 mg/dL, and body weight was 1790g with rapid increase for 3 hours after delivery. Therefore pulmonary edema and hyperglycemia were confirmed associated with overhydration of 10% glucose solution. CXR on day 7 (b) became almost normal in appearance.

最近ではほとんどの施設がComputed Radiography撮影(CR)であろうと推定されるが、CRの利点は1回の撮影で条件を変えた画像が得られることである。カテーテルが見やすい条件をあらかじめ設定しておき、フィルムでもモニター診断でも、一般的な条件と、カテーテルを強調した条件の両方で読影する。

チューブやカテーテルの走行、先端位置を撮影毎に確認する習慣を身につけることも大切である。そして読影時に異常が疑われる場合には直ちに主治医に連絡する。

カテーテルやチューブ挿入の手技や一般的な注意点は教科書やマニュアル、ガイドラインに記載されている。カテーテルやチューブの挿入、管理には主治医や看護師など多数の人間が関わるので、固定方法や管理上の詳細は各施設で約束事項を決め、情報を皆で共有できるシステムを構築しておくことも合併症を予防する上で重要である。

## その他の症例

この他にも様々な医原性疾患が胸部で起こりうる。

分娩外傷は骨折と神経障害に大きく分類される。分娩時の骨折部位として鎖骨は最も頻度が高く、1000経膈分娩に2～35発生するとされている<sup>18)</sup>。上腕骨近位部や大腿骨、肋骨にも生じるが頻度は低い。巨大児や骨盤位分娩、鉗子分娩に合併することが多い。分娩外傷による鎖骨骨折はその中央で骨折する(Fig.14)<sup>19)</sup>。鎖骨骨折に上腕骨骨折や腕神経叢麻痺を合併することもある。鎖骨骨折は症状が無いことも多く、安静のみで自然治癒するが、麻痺のような症状を有する場合には固定治療が必要となる。

チアノーゼ性先天性心疾患の肺血流増加を目的としてしばしば行われる姑息手術が、鎖骨下動脈と肺動脈の間を人工血管で吻合するmodified BT shunt術(m-BT)である。m-BTの合併症としては、血栓、感染、動脈瘤様拡張、血腫や人工血管周囲seromaなどがある<sup>20)</sup>。人工血管周囲seroma(Fig.15)は人工血管からのリークにより生じる無菌性の液体貯留であり、発生頻度は2.5～10%<sup>20～22)</sup>とされ、よく知られた合併症である。通常術後1か月以内に生じ、seromaが縦隔構造を圧排するこ

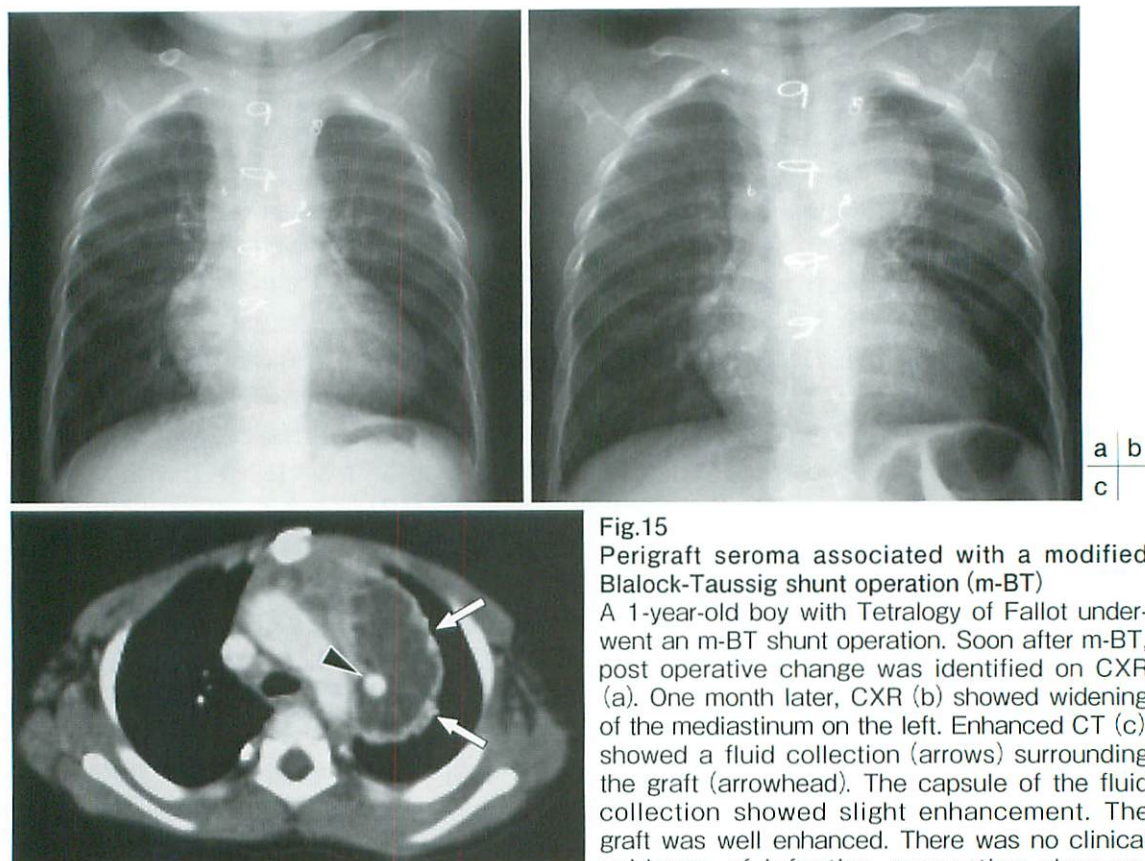
とにより、気道の圧排症状や酸素飽和度低下などを来す。術後の単純写真では縦隔拡大、無気肺や肺炎に類似した上葉に重なる橢円形の腫瘍影を認める。診断には人工血管内の血流開存と周囲の液体貯留が確認可能なドップラーエコーが有用である。超音波で診断できない場合でもseromaが疑われる場合造影CTやMRIを行う。CTでは人工血管と周囲液体貯留を認め、造影により血管開存を確認でき周囲壁の造影効果を認める。治療は臨床症状と併せて、保存的治療、外科的摘出や経皮的ドレナージが行われる<sup>20～22)</sup>。

放射線治療による合併症にも種々あるが、胸部関連では、心臓・心膜や肺、食道、骨格への影響、二次癌などが挙げられる<sup>23)</sup>。現在の小児固形腫瘍の治療は化学療法、外科療法と放射線療法を組み合わせた集学的治療が原則であり、ほとんどの放射線療法は化学療法と併用され、化学療法+放射線療法として考えられるべきである。現在では放射線による心機能障害、亜急性放射線性肺炎や食道狭窄を生じることは稀であるが、全肺照射では11～14Gyの照射で放射線性肺炎や肺線維症を生じることがある。全身照射では両肺に20%遮蔽ブロックを置くことにより肺線維症はほとんど防止可能となった<sup>23)</sup>。骨幹端は20Gy以上の照射で発育機能が停止するが、10Gy未満では障害はほとん



Fig.14 A newborn baby with clavicular fracture associated with breech delivery  
Note the fracture through the right mid clavicle.





**Fig.15**  
**Perigraft seroma associated with a modified Blalock-Taussig shunt operation (m-BT)**  
 A 1-year-old boy with Tetralogy of Fallot underwent an m-BT shunt operation. Soon after m-BT, post operative change was identified on CXR (a). One month later, CXR (b) showed widening of the mediastinum on the left. Enhanced CT (c) showed a fluid collection (arrows) surrounding the graft (arrowhead). The capsule of the fluid collection showed slight enhancement. The graft was well enhanced. There was no clinical evidence of infection suggesting abscess. Therefore perigraft seroma associated with m-BT was diagnosed.

ど見られない。全身照射後の長期生存例で単純写真を撮影された全症例に、下肢をはじめとして全身の骨端、骨幹端の異形成が報告されており<sup>24)</sup>、今後注意が必要である。

化学療法で使用する薬剤以外にも多くの薬剤で異なる種類の肺障害を来すことが成人では知られている。気道過敏、過敏性肺臓炎、肺水腫、間質性肺炎、肺線維症など様々である。薬剤との因果関係を証明することは容易ではないが、小児でも成人と同様の薬剤性肺障害を生じうる。間質性肺炎や肺線維症は小児の薬剤性肺傷害として最も頻度が高く、薬剤では細胞阻害剤、特にBleomycin、BusulfanやMethotrexateがよく知られている。CT所見はスリガラス影、肺胞性consolidationから斑状の網状結節影、結節影と変化を生じ、高分解能CTはこれら肺病変の診断に有用である<sup>17)</sup>。

小児心肺蘇生術後の合併症として気胸、肺出血

や心臓外血腫なども報告されている<sup>25)</sup>。

この他にも様々な合併症が発生しているものと推定されるが、経験症例の記載にとどまることをお許し頂きたい。

## おわりに

医療は常に発展途上で不完全である。医療行為は疾病の治療や症状改善を目的として行われるが、その意図にかかわらず障害が発生する可能性がある。障害の中には予防可能なものと予防不可能なものがある。予防不可能な障害を含めて、医療行為が行われる前には通常患者さんおよび家族へ十分な説明が行われ、予防可能な障害はシステムを含めて、障害を回避する方法をあらかじめ講じておく。それでも障害発生が疑われた場合には早期診断と治療が大切である。放射線科医も関連する異常所見を発見したら速やかに主治医に連絡



することを忘れてはならない。

今回貴重な症例を提供して下さいました東京都立清瀬小児病院放射線科河野達夫先生、川口市立医療センター新生児集中治療科 奥 起久子先生、他施設の先生方に深謝致します。

# ●文献

- 1) Offiah AC : Computed and digital radiography in neonatal chest examination. In *Radiological imaging of the neonatal chest*. Ed by Donoghue V. Berlin, Springer-Verlag 2008, P47-66.
- 2) Ahmed A, Aggarwal M, Watson E : Esophageal perforation : a complication of nasogastric tube placement. *Am J Emerg Med* 1998 ; 16 : 64-66.
- 3) Panieri E, Millar AJ, Rode H, et al : Iatrogenic esophageal perforation in children : patterns of injury, presentation, management, and outcome. *J Pediatr Surg* 1996 ; 31 : 890-895.
- 4) Akel SR, Haddad FF : Traumatic injuries of the alimentary tract in children. *Pediatr Radiol* 1998 ; 13 : 104-107.
- 5) Baum ED, Elden LM, Handler SD, et al : Management of hypopharyngeal and esophageal perforations in children : three case reports and a review of the literature. *Ear Nose Throat J* 2008 ; 87 : 44-47.
- 6) Michel L, Grillo HC, Malt RA : Operative and non-operative management of esophageal perforations. *Ann Surg* 1981 ; 194 : 57-63.
- 7) Donn SM, Kuhns LR : Mechanism of endotracheal tube movement with change of head position in the neonate. *Pediatr Radiol* 1980 ; 9 : 37-40.
- 8) Long FR, Druhan SM, Kuhn JP : Diseases of the bronchi and pulmonary aeration. In *Caffey's Pediatric Diagnostic imaging* (11ed), Ed by Slovis TL. Philadelphia, Mosby Elsevier, 2008, p1121-1176.
- 9) Jones JW, Reynolds M, Hewitt RL, et al : Tracheo-innominate artery erosion : successful surgical management of a devastating complication. *Ann Surg* 1976 ; 184 : 194-204.
- 10) 飯寄奈保, 宮坂恵子, 北原友輔, 他 : 気管腕頭動脈瘻発生因子についての画像診断的検討 : 麻酔 2001 ; 50 : 766-769.
- 11) 村田聖一郎 : 血管確保, チューブ, ドレーン. *ワシントン外科マニュアル* (2版), 小西文雄, 宮田道夫, 高久史磨監訳. 東京, メディカル・サイエンス・インターナショナル, 2004, p167-190.
- 12) 大木康史, 丸山憲一, 針谷 晃, 他 : 末梢穿刺中心静脈カテーテル (PICC) の合併症に関する多施設共同前方視的調査. *日本周産期・新生児医学会雑誌* 2009 ; 45 : 72-78.
- 13) Karapinar B, Cura A : Complications of central venous catheterization in critically ill children. *Pediatr Int* 2007 ; 49 : 593-599.
- 14) Currarino G : Migration of jugular or subclavian venous catheters into inferior tributaries of the brachiocephalic veins or into the azygos vein, with possible complications. *Pediatr Radiol* 1996 ; 26 : 439-449.
- 15) Pettit J : Assessment of infants with peripherally inserted central catheters : part 2 Detecting less frequently occurring complications. *Adv Neonatal Care* 1996 ; 3 : 14-26.
- 16) 丸山憲一, 小泉武宣, 藤生 徹, 他 : 経皮的極細経中心静脈カテーテル留置に関連した胸水を認めた新生児例. *小児科臨床* 2007 ; 60 : 237-242.
- 17) O' Donovan JC, Effman EL, Kuhn JP : Systemic diseases and other miscellaneous conditions. In *Caffey's Pediatric Diagnostic imaging* (11ed), Ed by Slovis TL. Philadelphia, Mosby Elsevier, 2008, p1256-1293.
- 18) Grottkau BE, Goldberg MJ : Common neonatal orthopedic ailments. In *Avery's diseases of the newborn* (8ed), Ed by Taeuch HW, Ballard RA, Gleason CA. Elsevier Saunders, 2005, p1423-1435.
- 19) Swischuk LE : Birth trauma. in *Imaging of the newborn, infant, and young child* (5ed), Ed by Swischuk LE. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2004, p761-764.
- 20) Dogan OF, Duman U, Karagoz T, et al : Diagnosis of perigraft seroma formation by use of echocardiography after modified Blalock-Taussig shunt. *Eur J Echocardiogr* 2005 ; 6 : 385-387.
- 21) van Rijn RR, Berger RM, Lequin MH, et al : Development of a perigraft seroma around modified Blalock-Taussig shunts : imaging evaluation. *AJR Am J Roentgenol* 2001 ; 178 : 629-633.
- 22) Connolly BL, Temple MJ, Chait PG, et al : Early mediastinal seroma secondary to modified Blalock-Taussig shunts - successful management by percutaneous drainage. *Pediatr Radiol* 2003 ; 33 : 495-498.
- 23) 北村正幸, 正木英一 : 小児がん放射線治療の晩期合併症. *小児外科* 2008 ; 40 : 648-652.
- 24) 岡本礼子, 宮崎 治, 西村 玄, 他 : Total body irradiationによる全身の骨異形成を呈した6症例. *小児放誌* 2007 ; 23 : 19.
- 25) Bush CM, Jones JS, Cohle SD, et al : Pediatric injuries from cardiopulmonary resuscitations. *Ann Emerg Med* 1996 ; 28 : 40-44.