

表 題 ER (Emergency Room) における胸部緊急症の臨床研究

論文の区分 論文博士

著 者 名 岡田 昌彦

所 属 東京都立墨東病院 救急診療科 救命救急センター

2016年2月15日申請の学位論文

紹 介 教 員 地域医療学系 専攻 外科系総合医学  
職名・氏名 教授・安達 秀雄

## 目次

はじめに	1
研究の目的	2
対象と方法	4
特発性縦隔気腫（SPM）の定義	4
SPM患者の臨床像	5
食道破裂患者の臨床像	7
SPM群と食道破裂群の臨床データの比較	9
SPMの画像診断	9
食道破裂による続発性縦隔気腫のCT所見	11
胸部外傷による続発性縦隔気腫のCT所見	13
SPMの治療マネジメント	15
考察	18
おわりに	28
謝辞	30
Reference	31

## はじめに

ER (Emergency Room) には、多種多様の疾患や外傷による胸部緊急症患者が受診する。筆者は、島嶼や山間部での地域医療経験と胸部外科のスキルを持つ救急医として東京 ER 墨東でこれらの患者の診療にあたっている。特に、胸部緊急症の中でも特発性縦隔気腫 (Spontaneous pneumomediastinum 以後 SPM) の診療に携わる機会に恵まれ、自分のサブスペシャリティである胸部外科としての見地からも、その診療に興味を持つこととなった。この SPM は、過去に筆者が島嶼の医療機関で、当時は十分な知識もなく、致死的な縦隔気腫との鑑別が出来なかったため、患者の全身状態は良好であったが本土の病院へ緊急搬送を行った診療に苦慮した経験を持つものでもあった。それゆえ、筆者が SPM の診療により強い思い入れを持つきっかけとなっていた。現在でも、SPM と続発性縦隔気腫の鑑別診断の方法や SPM の治療のマネジメントについては、議論のあるところで定まったものはない。

本研究では、筆者が勤務する東京 ER 墨東の救急医として胸部緊急症である縦隔気腫患者の診療経験から、SPM と続発性縦隔気腫の診断や診療マネジメントについて新たな知見を得ることが出来たのでここに報告する。

## 研究の目的

胸部緊急症患者は、主に胸痛、背部痛や呼吸困難を主訴に ER を受診する。その中で、頸部や胸部に皮下気腫を触知し、胸部レントゲン検査や胸部 Computed Tomography(CT)検査で縦隔に空気が認められる病態が縦隔気腫である。明らかな原因や誘因がなく発症する縦隔気腫を特発性縦隔気腫 (SPM) [1]、外傷による損傷や食道破裂により二次的に気腫が発生するものを続発性縦隔気腫として分類されている。現在は、SPM の予後が比較的良好であることは知られている [2,3,4,5] が、続発性縦隔気腫は、気管の損傷や食道破裂による縦隔内へ空気や消化液の漏出などによる患者への侵襲は大きく、一刻も早い治療を必要とする重篤な致死病的病態である [6]。そのため ER で急性の胸部症状を訴える胸部緊急症患者の精査で縦隔気腫を発見した場合に、この SPM と続発性縦隔気腫の鑑別診断の迅速性と確実性が患者の予後を左右する重要な因子となる。これまで SPM の診断は、続発性縦隔気腫の除外診断を進めていく考え方が一般的で、CT 検査においても気腫の局在診断までで、SPM と続発性縦隔気腫の画像の鑑別方法について定まった見解はなく、除外診断のために食道造影や内視鏡検査などが行われている。近年、CT 画像の進歩により微細な所見が観察可能となり、これらの鑑別に有用な所見 [7,8] が報告されるようになってきたことから、ER における縦隔気腫診療のストラテジーに胸部 CT の詳細な読影診断を組み込むことで、より効率的な診療が可能になると思われたため、当院 ER の症例を調査してそのストラテジーを検討する目的で研究を行った。また、SPM の治療面においても、入院の要否などの診療マネジメントについての報告は少なく一定の見解はない。筆者は、SPM が予後良好で self-limiting な経過をたどることから、若年の全身状態が良好な症例は、入院することなく外来通院で治療

を行い、患者の QOL を向上させ、肉体的・精神的負担や医療経済への負担の軽減ができる余地があるのではないかと考えた。そこで画像などにより SPM と診断した症例に対して、続発性や進行性の緊張性縦隔気腫の見逃しを防ぎ、更なる安全を期する目的で作成したチェックリストにより入院の可否を決定して SPM 患者の治療を行った。これらの当院 ER で経験した胸部緊急症である SPM や続発性縦隔気腫の診療マネージメントについて纏めて考察し検討する目的で研究を行った。

## 対象と方法

2005年から2010年の間に、東京都立墨東病院 ERを受診した患者総数は、279,997例で、その内 SPMとして診断治療を行ったものが20例であった。これらの患者の症状、発症の誘因、既往症、身体所見や臨床経過を診療録より調査した。加えて胸部 CT 検査で、SPMに特徴的な Macklin effect [7,8] の所見である気管血管鞘周囲の肺間質に多発する空気の貯留像の有無と、その所見の進展範囲(傍肺門・末梢)についての評価を行った。また、同時期に当院 ERで診療した続発性縦隔気腫症例(食道破裂12例・胸部外傷17例)について、主訴、バイタルサインなどの臨床所見と外傷では外傷重症度のパラメータを算出し、合わせて CT 所見について SPMとの間で比較検討を行った。これらすべての縦隔気腫患者の診療の supervise と治療方針の決定に救急科専門医が携わった。

本論文中の測定値は、すべて平均 (mean)  $\pm$  標準偏差 (SD) で示した。統計は GraphPad Prism ver.5.00 for Windows (GraphPad Software, San Diego California USA) を使用した。統計処理は、Fisher の正確確率検定、Student t 検定、Mann-Whitney's U test とピアソンの積率相関係数を用いて危険率 5% 未満を統計学的に有意差ありとした。

この研究は、墨東病院倫理・個人情報保護委員会の承認(2012年5月1日承認番号5)を得て実施した。

## SPM の定義

SPM の定義は、Hamman により健康な人に何の誘因もなく発症する [3] 縦隔気腫とされている。しかし、これは SPM についての理解や経験が進むにつれて異論が出てくるものとなった。その理由として、実際に SPM 発症時の多くの場合に何らかのトリガーとなるものがあったためで、こ

の定義を満たす症例は極めて少数であったため、現在では何らかの病的でない誘因を持つが、基礎疾患のない健康な人の突然発症例を SPM として扱っている [9]。本研究の症例においても、同様な定義の認識で診断を行った。

### SPM 患者の臨床像

SPM 患者の男女比は 19 : 1 であった。年齢は、 $22.0 \pm 6.2$  歳（13 歳から 41 歳）で ER 受診者 14000 例あたり 1 例（1 年あたり 3.3 例）の割合であった。発症の誘因となったものは、スポーツや重いものを持つなどの運動 8 例、咳嗽 3 例、カラオケ歌唱 3 例、嘔吐 2 例で誘因が不詳のものが 4 例であった。また、海外で SPM の原因として多く見られる違法薬物の吸引に伴うものは認められなかった。（Table1）

Table 1. Causes of spontaneous pneumomediastinum

<b>Etiology</b>	<b>n</b>
Physical exertion	8
Cough	3
Karaoke singing	3
Vomiting	2
Unknown	4

受診時の主訴のうちで最も多かったものが、胸痛 15 例 (75%) で、嚥下痛 10 例 (50%)、呼吸困難 8 例 (40%) と続いていた。嘔吐症状を訴えたものは 2 例 (10%) であった。身体所見では、皮下気腫が約半数の 9 例 (45%) に認められた。左側気胸や縦隔気腫で心収縮中期心音の I 音と II 音の間

に聴取されるクリック音である Hamman`s sign は 2 例にのみ聴取された。  
(table2)

**Table 2.** Symptoms of spontaneous pneumomediastinum

Symptom	n	Proportion (%)
Chest pain	15	75
Dysphagia	10	50
Dyspnea	8	40
Pharyngeal pain	5	25
Vomiting	2	10
Neck pain	2	10
Cough	1	5

臨床データでは、Body mass index (BMI)  $20.8 \pm 5.0 \text{ kg/m}^2$ 、発症から受診までの時間  $1.15 \pm 0.76 \text{ days}$ 、受診時の体温  $36.7 \pm 0.65 \text{ }^\circ\text{C}$ 、収縮時血圧  $120.8 \pm 15.2 \text{ mmHg}$ 、心拍数  $78.4 \pm 22.7 / \text{min}$ 、酸素飽和度  $96.2 \pm 4.1 \%$ 、白血球数  $11.97 \pm 3.73 \times 10^3 / \mu\text{l}$ 、C-reactive protein (CRP)  $0.85 \pm 1.41 \text{ mg/dl}$  であった。(Table3)

**Table 3.** Clinical data of SPM patients

Parameter	Value
Number of patients	20
Age (years)	22.0 ± 6.2
Male:female ratio	19: 1
Body mass index (kg/m <sup>2</sup> )	20.8±5.0
Onset to ED consultation (days)	1.15 ± 0.76
Body temperature (°C)	36.7±0.65
Systolic blood pressure (mmHg)	120.8±15.2
Heart rate (/min)	78.2±22.7
Initial SpO <sub>2</sub> (%)	96.2 ± 4.1
Leukocyte count (in 10 <sup>3</sup> /μl)	11.97 ± 3.73
CRP (mg/dl)	0.85 ± 1.41

### 食道破裂患者の臨床像

SPM と同期間に ER で診断して治療を行った患者は、12 例であった。性比は、全例が男性で年齢は、63.0±9.2 歳であった。患者の主訴に関しては、12 例全例に腹痛が認められ、そのうち 11 例(91%) が心窩部痛を訴えていた。嘔吐症状から腹痛が始まったものが 9 例(75%) と高率に認められ、吐血は 5 例(41%) に認められた。身体所見として皮下気腫を 2 例に認めたが、Hamman`s sign を聴取した症例はなかった。(Table4) 11 例に対して手術治療を行い高齢であった 1 例は治療を希望されず保存的加療で死亡した。

**Table 4.** ☐ Symptoms of esophageal rupture patients

Symptom	n	Proportion (%)
Chest pain	3	25
Hematemesis	5	41
Dyspnea	4	33
Abdominal pain☐ Epigastralgia☐	12 (11)	100 (91)
Vomiting (onset)	9 (9)	75

臨床データとしては、Body mass index (BMI)  $21.6 \pm 1.8 \text{ kg/m}^2$ 、発症から受診までの時間  $0.49 \pm 0.61 \text{ days}$ 、受診時の体温  $36.7 \pm 0.51 \text{ }^\circ\text{C}$ 、収縮時血圧  $132.6 \pm 36.3 \text{ mmHg}$ 、心拍数  $107.0 \pm 19.2 / \text{min}$ 、酸素飽和度  $90.1 \pm 3.9 \%$ 、白血球数  $12.00 \pm 5.38 \times 10^3 / \mu\text{l}$ 、C-reactive protein (CRP)  $4.14 \pm 10.05 \text{ mg/dl}$  であった。(Table5)

**Table 5.** Clinical data of esophageal rupture patients

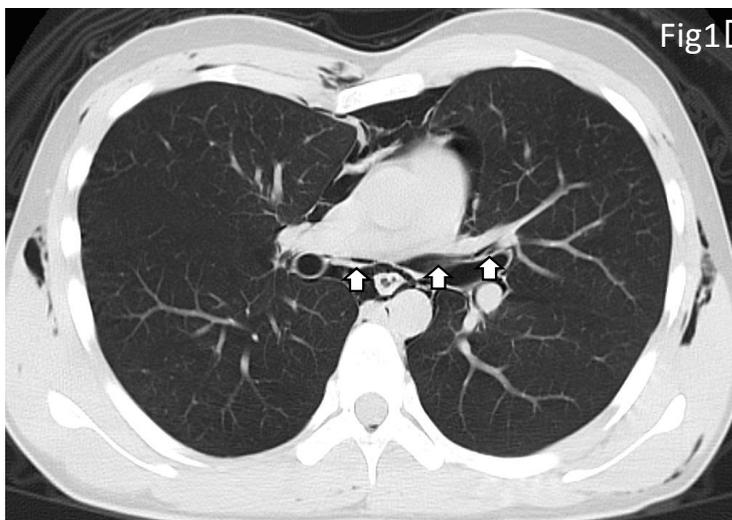
Parameter	Value
Number of patients	12
Age (years)	$63.0 \pm 9.2$
Male:female ratio	12:0
Body mass index ( $\text{kg/m}^2$ )	$21.6 \pm 1.8$
Onset to ED consultation (days)	$0.49 \pm 0.61$
Body temperature ( $^\circ\text{C}$ )	$36.7 \pm 0.51$
Systolic blood pressure (mmHg)	$132.6 \pm 36.3$
Heart rate (/min)	$107.0 \pm 19.2$
Initial SpO <sub>2</sub> (%)	$90.1 \pm 3.9$
Leukocyte count (in $10^3 / \mu\text{l}$ )	$12.00 \pm 5.83$
CRP (mg/dl)	$4.14 \pm 10.5$

## SPM 群と食道破裂群の臨床データ比較

2つの群間の統計学的比較では、受診時体温 (P=0.962)、収縮期血圧 (P=0.222)、BMI (P=0.607)、白血球数 (P=0.9856)、CRP (P=0.3035) には有意差は認められなかったが、年齢は食道破裂が  $63.2 \pm 9.2$  歳と高齢 (P>0.0001\*) で、受診までの時間は SPM が  $1.15 \pm 0.76$  days と長く (P=0.0012\*)、受診時心拍数は食道破裂で  $107.0 \pm 19.2$  /min と多く (P=0.001)、酸素飽和度は食道破裂が  $90.1 \pm 3.9\%$  と低値 (P=0.0003\*) でなり有意差が認められた。( \* は有意差あり )

## SPM の画像診断

SPM の画像検査は、胸部単純レントゲン検査と胸部 CT 検査を全例で行った。うち 1 例で食道造影検査を行ったが、気管や食道の内視鏡検査は実施しなかった。胸部単純レントゲン検査では、15 例で気腫の所見が認められたが、5 例 (25%) で有意な所見が認められず、negative study であった。胸部 CT 検査で Macklin effect の所見である気管支血管鞘周囲の肺間質に多発する空気の貯留所見は、全ての患者で肺門周囲のレベルで確認可能であった。( Fig1 ) ( Fig2 )



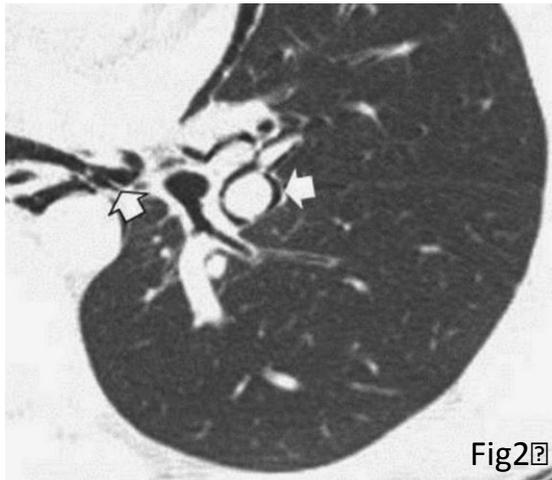


Figure1.2. 肺門周囲の気管血管鞘に空気の貯留が認められる(白矢印)。

さらに、肺門部より末梢の気管血管鞘までの気腫の進展が認められたものは9例（45%）であった。（Fig3）（table6）

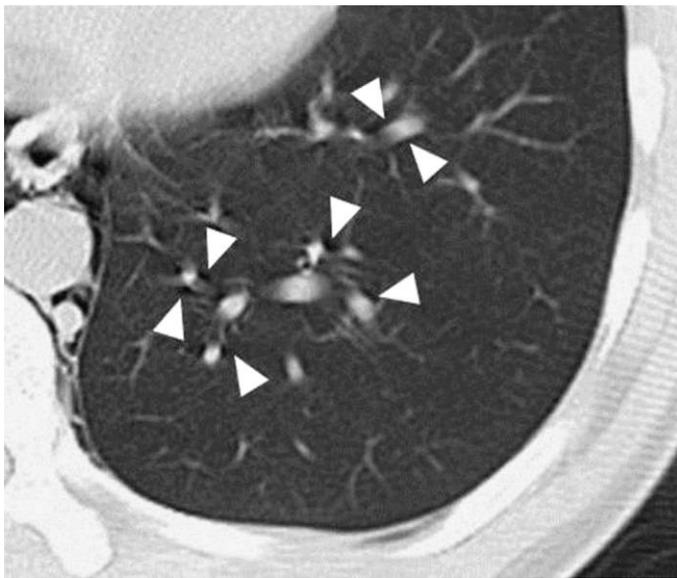


Figure3. SPM の CT 像で Macklin effect による空気貯留が更に肺野の末梢の気管血管鞘まで進展している。（△矢印）気胸や胸水を認めたものはなかった。

Table6. Location of mediastinal emphysema

	Positive	Negative	%
Perihilum level	20	0	100%
Peripheral level	9	11	45%

Table3. SPM の縦隔気腫の範囲は、全例で肺門周囲レベルに認められた。全体の 45% で肺門より末梢で気管血管鞘の気腫を確認可能であった。

また、CT の冠状断面像は、Macklin effect による気管血管鞘への気腫進展の解剖学的な認識が容易になるため SPM の診断に有用であると思われた。(Fig4)

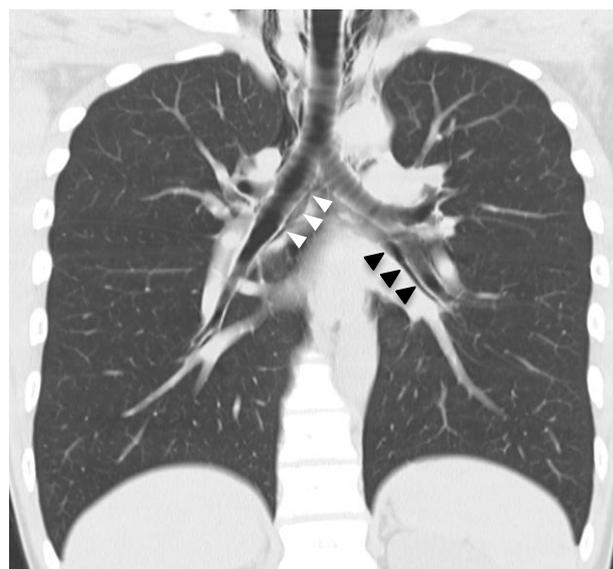


Figure4. 胸部 CT 冠状断面像

両側肺門部に中枢側から末梢へ向かう気管血管鞘への空気貯留 (▲△) を認める。

### 食道破裂による続発性縦隔気腫の CT 所見

12 例の食道破裂による続発性縦隔気腫に付随する CT 所見は、全例に胸水が認められた。その内訳は、両側 5 例、左側のみ 6 例で右側のみが 1 例であった。また、気胸が 2 例 (16%) に認められ、10 例 (83%) で肺

野の consolidation が認められた。気腫は食道周囲を中心として認められ、SPM で認められた気管血管鞘への空気の貯留 (Macklin effect) は認められなかった。(Fig 5)



Fig5. 食道破裂の CT 画像

食道周囲と大動脈周囲の空気と胸水の貯留を認めるが、気管血管鞘への空気の貯留は認められない。

CT 冠状断面像においても気管血管鞘に沿った空気貯留は認められず、食道周囲の特に下部を中心に気腫が認められた。(Fig6)



Fig6. 食道破裂の冠状断面 CT 画像

下部食道周囲に泡状の空気の貯留が認められる（白矢印）が、SPMのように気管血管鞘に気腫は認められない（黒矢印）。

### 胸部外傷による続発性縦隔気腫の CT 所見

胸部外傷に伴う続発性縦隔気腫 17 例の男女比は 15 : 2 で、年齢は  $51.5 \pm 20.2$  歳であった。受傷機転は全例が鈍的外傷で 1 例を出血性ショックで失ったが、16 例は生存退院した。外傷の重症度の評価として、解剖学的重症度をコード化して重症度を 6 段階で評価する AIS (Abbreviated Injury Scale) [10] を用いた多発外傷の解剖学的な重症度の評価指標となる Injury Severity Score (ISS) の平均値は  $16.5 \pm 10.1$  であった。また、生理学的な重症度の指標として意識状態 (Glasgow Come Scale)、収縮期血圧と呼吸数をもとに算出した Revised Trauma Score (RTS) [11] の平均値は  $7.459 \pm 0.752$  であった。加えて、多発外傷患者の治療における Preventable trauma death (防ぎ得た外傷死) の客観的評価のために Champion らが提唱した TRISS 法 [12] を用いて、ISS と RTS に年齢因子を加えて算出した予測生存率 (Probability of survival : Ps) は、 $93.2 \pm 9.9\%$  であった。

胸部 CT の所見は、肋骨骨折 14 例、肺挫傷 12 例、気胸 14 例、血胸 10 例と心嚢気腫を 1 例 (Fig7) に認めた。心嚢気腫合併症例は、高所からの墜落外傷で、救急隊接触時より重度のショックと酸素飽和度の低下を認めたためダメージコントロールとして、初療室で心嚢開窓術を先行させて蘇生を行いつつ骨盤骨折の TAE と創外固定を行った。

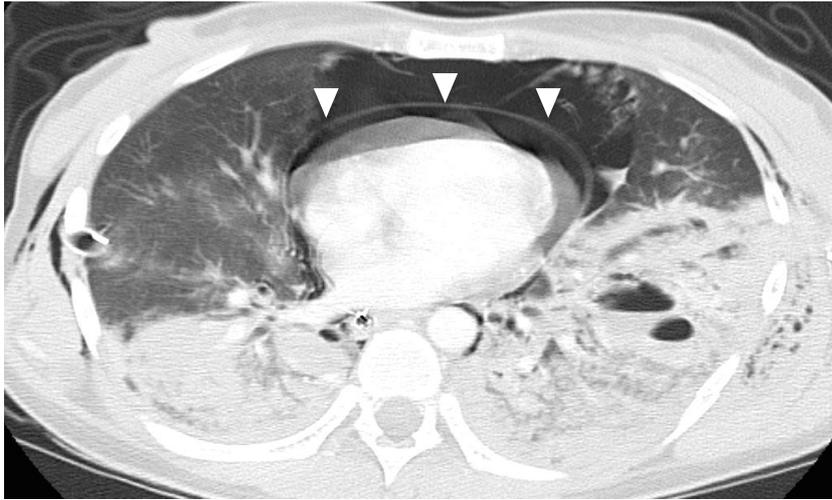
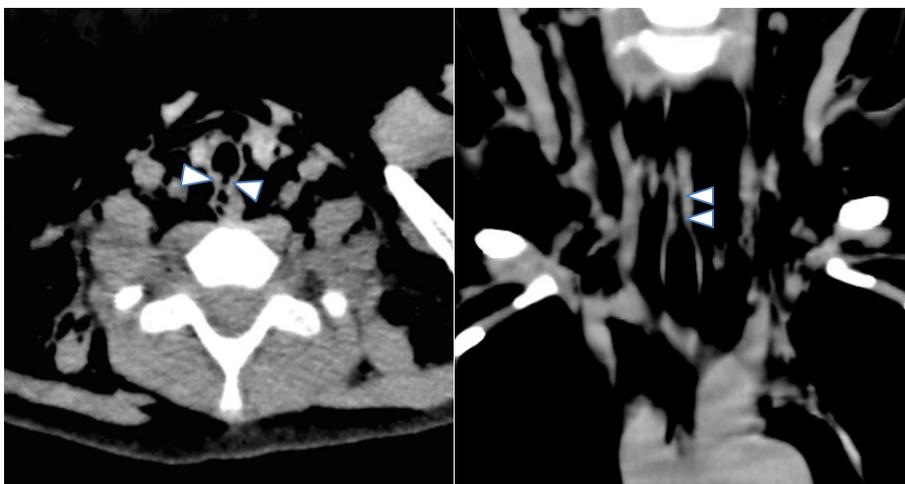


Fig7. 外傷性縦隔気腫と心嚢気腫合併例の CT 画像

墜落外傷による多発外傷例で縦隔気腫が認められ、心嚢内に空気が充満（△）したタンポナーデの状態であったため緊急で心嚢開窓術を行った。

また CT の再構成画像（冠状断面）との組み合わせで損傷部位（主気管支膜様部）の診断が可能であった症例も経験した（Fig8）。症例は、十代の若年男性が、頸部を強く打撲した後からの頸部痛、呼吸困難と高度の皮下気腫で ER へ搬送されたもので、進行性に皮下気腫の増悪が認められた。CT の体軸断で気管膜様部に亀裂が認められ冠状断でも線状に亀裂が確認されたため気管挿管の上、呼吸管理を行い保存的加療により治癒した。



## Fig8. 気管膜様部損傷患者の CT 画像（体軸断面・冠状断面）

前頸部打撲後からの呼吸困難と皮下気腫で搬送となった症例で、体軸断面で気管膜様部の断裂が認められ冠状断面像でも膜様部の縦方向の断裂所見が認められる。

多発外傷により皮下気腫が認められて救命センターへ搬送された患者のうち 2 例の CT 所見で気管血管鞘への空気の貯留（Macklin effect）が確認された。いずれも若年者で、殴打による鈍的外傷と自転車転倒による全身打撲での鈍的外傷で受傷機転が比較的軽度なものであり、受診時に軽度意識障害は認めたものの呼吸や循環のバイタルサインの異常は認められなかった。合併損傷として外傷性クモ膜下出血や下腿の骨折が認められたが、胸部の外傷所見は、ともに肋骨骨折や血気胸も認められず縦隔気腫のみであった。この 2 例は、ISS、RTS、Ps 値でも軽症のカテゴリーであり、保存的加療により気腫の進展や気胸の出現などの合併症もなく経過は良好に治癒した。

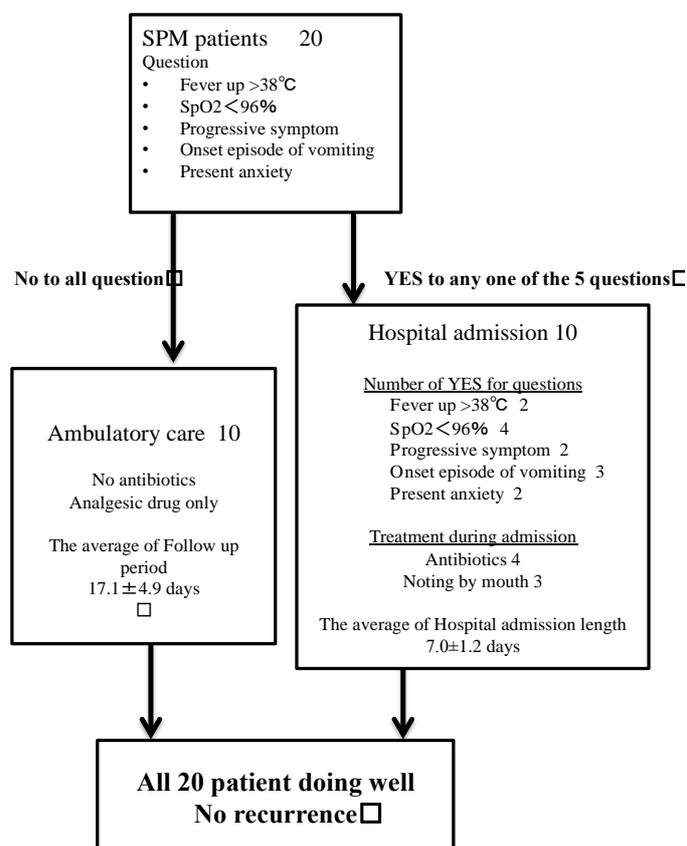
## SPM の治療マネジメント

当院 ER では、全身状態が良好な SPM 患者に対して外来通院治療を行う目的で、入院の要否について 5 項目のチェックリストを用いて方針決定している。要否決定の考え方として、続発性や緊張性縦隔気腫の見逃しを防止し、さらなる安全を期する目的でチェック項目を設定している。チェックリストの項目は、発熱の有無、呼吸不全の有無（酸素飽和度や呼吸回数のチェック）、嘔吐症状の有無、進行性の症状や所見の有無について確認している。すべての項目に該当しなかったものは、抗菌薬を使用せず鎮痛薬による pain control のみで外来通院治療の方針としている。また、1 項目でも合致する場合は、入院として適宜、抗菌薬を投与して

治療を行う方針で運用している。

本研究の対象となった 20 例のうち、チェックリストの 5 つの項目すべてに該当しなかった 10 例は、抗菌薬を投与せずに外来通院治療を行った。外来通院治療のフォローアップ期間は、 $17.1 \pm 4.9$  日であった。外来通院治療を行った 10 例は、良好な経過で、合併症などの有害事象は発生せず軽快した。チェックリストで少なくとも 1 項目でも該当項目があった 10 例に対して入院加療を行った。そのうち発熱の認められた 4 例に抗菌薬投与を行い、嘔吐の症状があった 3 例を絶飲食として加療した。入院期間は、 $7.00 \pm 1.22$  日で続発性の見逃し症例や合併症もなく経過良好で退院した。観察期間中の再発例はなかった。(Fig9)

Figure 9. SPM 患者のチェックリストによるマネジメントと臨床経過



また、入院加療を行った 10 例の入院日数と臨床データの相関を調査した結果、白血球数（WBC count）と CRP には相関が認められなかったが、受診時の酸素飽和度（SpO<sub>2</sub>）（ $r=-0.731$ ,  $P=0.016$ ）と体温（ $r=-0.689$ ,  $P=0.031$ ）に相関が認められた。（Table7）

**Table 7.** Hospital-stay length and clinical data correlation

Clinical data	R	P value
Initial SpO <sub>2</sub>	-0.731	0.016
Initial Body temperature	-0.689	0.031
WBC count	0.223	0.537
CRP	0.354	0.316

*Correlation Coefficient*

Rule of thumb

0.0= $|R|$ : no correlation                      0.0 $<|R|<0.2$  very weak correlation

0.2 $\leq|R|<0.4$  weak correlation              0.4 $\leq|R|<0.6$  moderately correlation

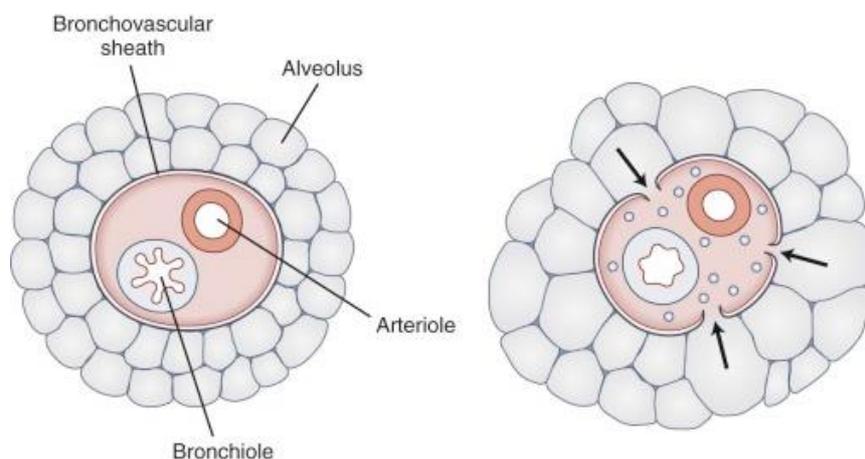
0.6 $\leq|R|\leq0.8$  strong correlation            0.8 $\leq|R|<1.0$  very strong correlation

1.0= $|R|$  perfect correlation

## 考察

SPM は、肺胞圧の上昇で肺胞終末から空気が漏れることにより発症し、漏れた空気が気管血管鞘に沿って拡がり、さらに末梢の間質まで進展することが Macklin らの実験により発症機序の一つとして報告されている [7,8] (fig10)。肺胞終末が、胸腔へ破裂して発症する気胸とは異なり、気管血管鞘への破裂によって生じる特徴的な所見が今回の研究において CT で観察することができた。

Fig10. Macklin effect の発生機序



Arch Intern Med 1984;144:1447-53□

SPM の罹患率は、諸家の報告によると、ER で 30000 例の受診患者あたり 1 例 [13] や、単一の ER からの報告では、約 2 例/年程度とされている [4,13,14,15]。本邦では、約 3 例/年との報告 [16] もあり、本研究では、3.3 例/年で他の報告例よりも高率であった。その理由として、当院 ER では、持続する胸痛を主訴として受診した患者に対して、胸部単純レントゲン検査と心電図検査によって鑑別診断ができない場合に、胸部 CT 検査を追加実施して精査を進めるコンセンサスをとっており、それが有効に機能している可能性が示唆された。自然気胸の原因となる肺の blebs や bullae は、BMI が  $22\text{kg}/\text{m}^2$  以下の痩せ型の若年男性に好発するとされている [17,18,19]。本研究の SPM 患者の BMI 値と年齢も同様

の範囲であり、SPMの発症にも blebs や bullae が関与している可能性が推察された。

SPM患者の年齢と性比は、諸家の報告例 [2,14,15] と同様に若年の男性が圧倒的に多数を占めていた。成因としては、運動後の発症が最も多かった。違法薬物の吸引 [20,21]、出産 [22]、糖尿病性ケトアシドーシス [24] など SPMの原因になり得るが、本報告で特異的なものとして、カラオケの歌唱後が3例あり、本邦特有の娯楽環境によるものと思われた。

既往症については、気管支喘息が半数以上に認められるとの報告 [13,14,24] があるが、本研究では、20%と低い割合を示していた。既往がなく誘因も不明なものが4例でいわゆる狭義のSPMと思われた。

主訴に関しては、他の報告と同様に、胸痛と嚥下痛の割合が多かった。9例(45%)に皮下気腫が認められたが、他の報告よりも割合は低かった。

身体所見の Hamman's sign [3] は、縦隔気腫や左気胸患者で聴取される所見であり2例にのみ聴取された。この所見は、左側臥位での聴診が有効であり、通常の聴診のみでは聴取が難しいことが影響しているものと思われた。

一方、SPMと続発性縦隔気腫との鑑別の重要な対象となる食道破裂では、その発生原因は医原性が59%と最多で特発性15%、異物性12%、外傷後性9%とされており [25]、本研究の12例は、すべて特発性であった。特発性食道破裂は嘔吐による圧外傷によって下部食道に発生しやすい [26] とされており、手術治療を行った11例はすべて下部食道に破裂部位が認められた。主訴は、胸痛、呼吸困難などの訴えの割合が多いとされている [27] が、自験例では腹痛、特に心窩部痛を訴えて受診す

るものがほとんどであった。食道破裂を強く疑わせる所見とされる胸痛、嘔吐、皮下気腫の Mackler の 3 徴 [28] がすべて認められたものは、1 例のみであり低頻度であった。また、他の報告と同様 [28] に嘔吐が先行して発症したと思われる割合が多く、問診時の情報として食道破裂と SPM の鑑別の鍵になるものと思われた。食道破裂症例との臨床データ比較による SPM の鑑別のポイントとしては、SPM が有意に若年者で多いことは、続発性との鑑別に有用な因子の一つであると思われる。受診までの時間が有意に SPM で長かったのは、食道破裂は、いわゆる消化管穿孔の病態であり高度の疼痛が出現することから発症時の疼痛の強さによる受診動機の差に起因するものであると思われた。炎症反応のマーカである白血球数や CRP 値は、縦隔の感染や炎症が成立した状態では高値を示すことが多いが、本研究では、SPM 群、食道破裂群でこれらが高値を示した症例はなく、両群間に有意差も認められなかった。これらのマーカーは、食道破裂後の早期受診例や縦隔炎の早期では感染や侵襲による影響が確立していないため上昇することは稀であり、これらが正常値や低値であることで縦隔炎による炎症性の続発性気腫を除外診断することは困難 [29] で、血液検査はあくまでも補助的なものとして認識すべきものと思われた。受診時のバイタルサインでは、体温と収縮期血圧で差が認められなかったのは、前述の炎症のマーカー同様に発症早期では、侵襲の影響を受けにくいためと考えられるが、患者の状態の変化は急速に進行することが予想されるため、受診時の血圧が正常であっても慎重かつ迅速な対応が必要であると思われる。また、食道破裂で有意に心拍数が多く、酸素飽和度が低値となっており、これは発症に伴う高度の疼痛による影響と受診時の CT ですでに胸水や肺の浸潤影が認められる症例が多いことから急速に肺への直接的なダメージが加わっているこ

とが一因と推察され、SPM との鑑別に有用であると思われた。

ER での縦隔気腫の発見に胸部単純レントゲン検査は有用であるが、約 30% の患者で negative study になるとの報告もある [16]。本研究でも、25% の患者が negative study となっていた。しかし、この 25% の患者は、追加で実施した胸部 CT 検査で気腫の確認が可能であり SPM と診断することができた。CT 検査は、胸部単純レントゲン検査で negative study となる縦隔気腫の診断に非常に有用であった。SPM は単純レントゲンで negative study となる割合が比較的多いことから、皮下気腫がなくレントゲンでも気腫が見つからない場合には診断することは不可能である。SPM が self - limiting な疾患であることから、実際の罹患患者数はもっと多い可能性があると思われる。SPM の診断率を上げるためには、当院 ER で実施している若年者の突然発症で持続する胸痛に対して胸部レントゲンや心電図で判別がつかない場合に胸部 CT 検査で精査するストラテジーが有効であると思われた。

ER で SPM の診断を行うためには、食道破裂などによる致死的な続発性縦隔気腫との鑑別が非常に重要になる。本研究における SPM と食道破裂の CT 所見の比較からも、肺胞の破裂による Macklin effect の所見として肺門から末梢にかけての気管血管鞘周囲の肺間質に多発する空気の貯留が SPM にのみ認められることが、特発性と続発性の鑑別で非常に有用であると思われた [7,8]。また、CT の画像再構成による冠状断面像は、気管血管鞘の構造認識が容易になるため、SPM と食道破裂の鑑別の際に有用な情報が得やすくなるものと思われた。この所見が認められる範囲が、肺門周囲のみの場合と末梢まで広がる場合があるのは、組織の結合強度と周囲の圧格差などの個体差に影響によるものと推察された。

致死性の縦隔気腫と鑑別するための検査として、消化器内視鏡、気管

支鏡、食道造影を推奨する報告もある [15]。本研究の SPM では、食道造影が 1 例のみ行われ、内視鏡検査を行った症例はなかった。食道破裂では、半数の 6 例で食道造影を実施し、残りの 6 例は CT 診断のみで造影検査を行わず手術を実施したが、診断の誤りはなく、破裂部位も術前の CT 所見による推測と一致していた。今回、CT で食道の破裂孔などの指摘はできなかったが、気腫が多発する部位や食道の所見などから破裂部位の予測は可能であるため、食道破裂例の造影検査は、必須のものではなく破裂が軽微なものなどで診断を確定させるデバイスとしての役割になるものと思われた。また、本研究の主気管支膜様部裂傷による外傷性縦隔気腫例で有用であったように再構成による冠状・矢状断面像を確認することにより、消化管や気管などの壁やその周囲の組織の状態を把握することが可能であり、今後 SPM の急性期診断でも、侵襲的な内視鏡検査や造影検査の必要性が低下して、CT 検査にシフトしていくものと思われた。

本研究では、SPM との鑑別例として続発性である外傷性縦隔気腫を挙げて、その外傷の重症度をパラメータである ISS、RTS と Ps を用いて評価を行った。特に救命センターでは、多発外傷により胸部のみでなく頭部、腹部や四肢骨盤などそれぞれにダメージを受けた状態の患者が搬送されるため、状態把握のためにこれらのパラメータは外傷診療に不可欠なデバイスである。その例として、筆者が *General Thoracic and Cardiovascular Surgery* において報告した多発外傷での胸部重症外傷である横隔膜損傷 28 例のパラメータの平均値は、ISS  $34.8 \pm 24.4$ 、RTS  $5.22 \pm 3.22$ 、Ps  $62.3 \pm 41.5$  であった。[30] (table8)

**Table8.** Comparison of demographic data of Blunt and penetrating Traumatic diaphragmatic injury patients

Factors	Blunt trauma ( n=12)	Penetrating trauma(n=16)	P
Patient	12	16	N/A
Age	48.17 ± 5.484	55.13 ± 3.987	0.302
Male/female	6/6	12/4	0.333
Survival to admission	7	14	0.103
Number of injured organ	3.750 ± 0.279	2.875 ± 0.287	0.043
Side of injury(left/right)	11/1	12/4	0.355
ISS	46.83 ± 7.505	25.75 ± 5.104	0.024
RTS	3.932 ± 1.058	6.184 ± 0.667	0.071
Ps	47.65 ± 13.51	78.98 ± 8.26	0.048
sBP	62.00 ± 17.87	91.44 ± 12.13	0.169
GCS	8.500 ± 1.672	11.88 ± 1.091	0.090
Intensive care unit stay	13.57 ± 2.975	5.692 ± 0.8350	0.004
Hospital stay	43.50 ± 7.288	24.62 ± 3.755	0.020
Mortality	6	3	0.179

また、Annals of vascular diseases で報告した胸部大動脈損傷 26 例の ISS は  $25.0 \pm 17.5$ 、RTS は  $5.98 \pm 1.54$ 、Ps は  $63.9 \pm 34.3$  であった [31]。(table9)

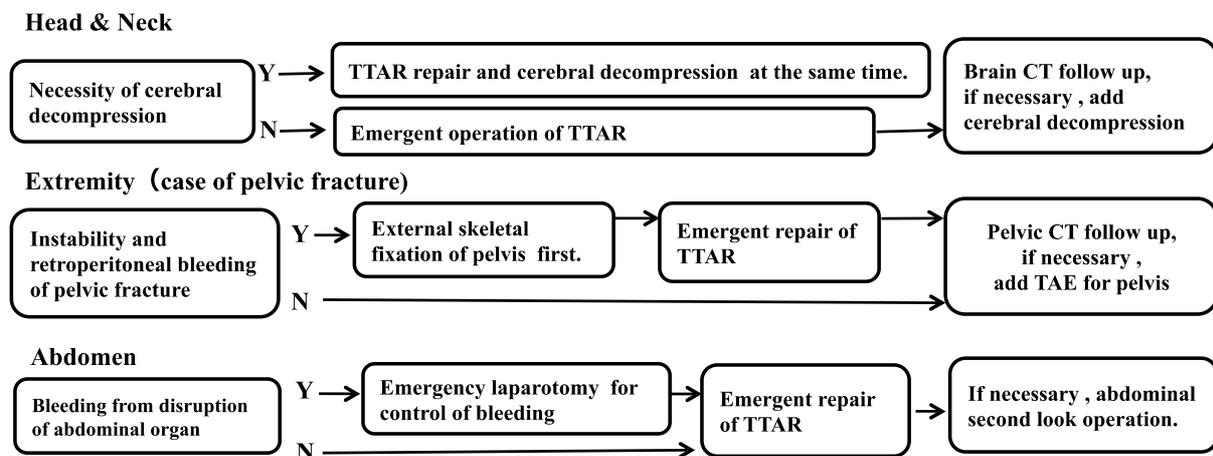
**Table9.** The relationship with the prognosis of traumatic thoracicaortic rupture and parameters

Parameter	Survival(n=11)	Death(n=15)	P
Age	35.3 ± 5.9	53.2 ± 4.5	0.025
Sex (M/F)	9/2	12/3	0.907
Cause (TA/Fall)	7/4	7/8	0.391
GCS	8.81 ± 1.2	10.0 ± 1.1	0.463
Heart rate	116.8 ± 7.5	110.4 ± 8.2	0.547
Respiratory rate	26.2 ± 3.3	26.7 ± 2.0	0.120
Blood pressure	136.4 ± 14.6	93.6 ± 12.2	0.039
CK-MB	196.6 ± 36.6	182.7 ± 21.1	0.770
FDP	98.6 ± 54.2	212.1 ± 75.4	0.306
Fibrinogen	241.9 ± 35.8	147.25 ± 24.3	0.038
ISS	32.9 ± 4.0	48.3 ± 4.5	0.007
RTS	5.994 ± 0.530	5.627 ± 0.400	0.336
Ps	68.4 ± 11.6	41.4 ± 7.7	0.007

この2つの重傷胸部外傷における重症度の評価や予後の予測においても、パラメータによる外傷の評価は有用であると思われた。

本研究における外傷性縦隔気腫症例は、これらの筆者が報告した2つの外傷よりも各パラメータで軽症の傾向であった。その一つの理由として、症例が軽症外傷から重症多発外傷までそれぞれの重症度に大きな差が認められたことが考えられる。重症多発外傷例の治療は時間が命であり治療の順序やストラテジーが命綱となり、予後を決める重要な因子となる。ここで筆者が報告した多発外傷の胸部大動脈損傷の場合の治療ストラテジーを示す。[31] (Fig10)

Fig 10. Therapeutic strategy of traumatic thoracicaortic rupture and other traumatic injury



このようなダメージコントロールの概念に根ざして、本研究の重症例であった気管損傷による外傷性縦隔気腫に心嚢気腫を合併した症例では、心嚢開窓術で蘇生をはかりつつ、不安定型の骨盤骨折を合併していたため、救急医により骨盤に対するIVRと創外固定術を連続して実施した。重症例は気管損傷例や、他の部位にも重篤な損傷を併発している場合で

あり、救命センターの一般外科医、整形外科医、脳神経外科医が一つのチームとして、時に同時手術を行いながら治療を進めておりこのシステムが有効に機能していると思われた。[30] 一方、多発外傷の一外傷として加療を行った外傷性縦隔気腫のうち2例の胸部CTでMacklin effectが確認された。いずれもSPMの好発年齢の若年者であり、縦隔気腫の経過は良好な軽症例であった。これらは、胸部の圧迫や打撲などで加わった外力による刺激がトリガーとなりSPMを発症したものと推察された。外傷性縦隔気腫患者で認められるMacklin effectについての解釈は議論の別れるところである。Macklin effectは、本研究の症例のように鈍的胸部外傷の数%に認められ他の食道や気管の損傷を重篤な臓器損傷は合併しないとの報告[32]や、ごく稀にCTでMacklin effectが認められても気管損傷が併発していたとの報告もあり、その解釈と診断には慎重を期す必要があると思われる。[33] 外傷性縦隔気腫の発症様式としては、気管や食道の損傷、肋骨骨折に伴う皮下気腫の縦隔への進展とSPMによるものが挙げられる。[33] 本研究における考え方として、これらのetiologyの見極めには、受傷機転の評価、胸部CTの詳細な読影、ISSなどのパラメータによる外傷の重症度評価と慎重な経過観察を行うことが必要である。Macklin effectが認められる外傷性縦隔気腫症例のマネジメントの方法として、受傷機転や重症度の評価で軽度で気腫が進行性でない場合は、SPMによる縦隔気腫と判断し、高エネルギーかつパラメータが高値で気腫が進行性の場合は、気管損傷を疑い必要に応じて気管支鏡で診断を確定させるストラテジーが有用であると思われた。現状のAISスコアでは、外傷性縦隔気腫は、発症etiologyの区別はなく3点とされており、重症度も治療マネジメントも異なる気管損傷とself-limitingなSPMによるものが同等に扱われていることは問題であり検討が必要であるとい

うことがわかった。

SPM の治療において入院の要否とその期間は、諸家の報告においても議論のあるところである [15,18,34,35,36]。本研究における入院期間は、一週間程度であり、入院時に発熱が認められる場合と酸素飽和度が低い場合に長期化する傾向があった。これは、感冒や喘息発作が SPM 発症の誘引となった症例で、その治療と経過観察に時間を要したことが原因と考えられた。

これまで SPM の診療のマネジメントについては、Takada らが review として報告 [37] したもので、食道造影（水溶性造影剤やバリウム使用）や炎症所見などを診断のメインのツールとして、SPM は全例入院の方針としているものがあるが、本研究のように SPM を積極的な外来通院治療の対象として入院の要否などについて検討した報告例はなく新しい試みといえる。本研究で用いた治療方針決定のためのチェックリストは、バイタルサインや発症の様式の見地から、より安全性を期するために食道破裂による致死的縦隔気腫や稀に急速進行性の緊張性縦隔気腫が発症する場合 [38] もあり、それらを除外する目的で作成している。本研究でも食道破裂例は嘔吐からの発症例が多く、初診時の酸素飽和度が優位に低値であったことが確認されており、チェック項目の妥当性を認識することができた。临床上の安全を期して 1 項目でも該当項目がある場合は入院の方針で運用して、該当項目のなかった 10 例は、外来通院治療としたが、合併症もなく経過良好に治癒していることから、これらのチェックリストは有効に機能していたものと思われた。筆者が報告したこのチェックリストについて Saleem らや Chassagnon ら [39,40] の論文で SPM の診療マネジメントの方法として参照され報告されている。

SPM 治療における、抗菌薬投与の必要性は、諸家の報告 [18,41] にお

いても議論のあるところである。blebs や bullae の破裂によって発症する自然気胸の治療では、抗菌薬投与は不要である [42,43] ことから、本研究では、同様な原因の minor leakage から発症する SPM も、抗菌薬投与は不要と考え、鎮痛薬の投与のみで外来通院で合併症もなく軽快治癒することができた。不要な薬剤投与や入院を避ける事は、患者の QOL を向上させ、身体的・精神的負担の軽減と医療経済的な貢献が可能であると思われた。

本研究の限界としては、SPM 症例数が少なく後方視的な検討を行っており、将来的に症例の蓄積を行い、より良い治療のプロトコールを作成することが可能になると思われた。

## おわりに

本研究では、胸部緊急症の特発性縦隔気腫と続発性縦隔気腫(食道破裂・外傷性縦隔気腫)についての臨床研究を行った。

特発性縦隔気腫 (SPM) は、突然発症の胸痛などを主訴に ER を受診する予後の比較的良好な疾患であるが、それゆえに同様な縦隔気腫を呈する食道破裂や外傷性縦隔気腫との鑑別診断が重要となる。本研究では、肺胞終末が気管血管鞘へ破裂して空気が貯留する SPM に特有な所見である Macklin effect の有無を胸部 CT 検査で確認することが SPM と続発例との鑑別に非常に有用であり、再構成による冠状断面などの情報は、これらの所見の確認のみならず、外傷の場合では気腫の原因となる損傷部位診断にも役立つものであった。臨床データの比較では、受診時の白血球数や CRP はタイムラグの点から鑑別のポイントにはならず、SPM で有意に若年者が多く、食道破裂は受診時心拍数が多く酸素飽和度が低いことがわかった。

また、外傷性縦隔気腫の胸部 CT で Macklin effect が認められた症例を経験した。外傷パラメータの ISS、RTS、Ps の重症度評価でいずれも軽症であり、外傷による刺激がトリガーとなり SPM を発症したものと思われた。外傷に合併した SPM は重篤な気管損傷などによる縦隔気腫とは異なり経過良好なものであるが、AIS score では、外傷性縦隔気腫がこれらの etiology に関係なく一律に 3 点となっており、損傷による侵襲が反映させる必要があると思われ、さらなる検討が必要であることがわかった。

本研究では、これまで一般的に入院治療が行われてきた SPM に対して、安全に外来通院治療を行うマネジメントを新たに提唱した。その方法として、CT によって縦隔の Macklin effect の有無を確認することと組み合わせることで致死的な続発性縦隔気腫を除外するためのチェックリストを作

成運用して症例の半数である 10 例に、抗菌薬不使用で外来通院治療を行い経過良好に治癒した。この入院の要否についてのチェックリストは、外来通院治療が可能かどうかの判断基準として有効に機能しており諸家の報告においても SPM のマネージメントの方法として reference されていた。また、ER の縦隔気腫診療において CT の再構成による冠状・矢状断面による詳細な画像情報を駆使することにより内視鏡などの侵襲的な検査を行わず、損傷部位診断が可能な場合もあり有用であった。

本研究における SPM の診療マネージメントは、患者の QOL を向上させ、身体的・精神的負担を軽減し医療経済の面でも有用である可能性が示唆された。

## 謝辞

私は、今から遡ること約 20 年前に、本論文の作成のご指導をいただいた安達秀雄先生に外科医としての箸の上げ下ろしである糸結びや縫合を教わり、外科医としての道を歩み始めました。今は、その時に受けた安達先生の教えを守り、さらにその教えを若い世代に伝えながら救急医療に携わっています。本論文の対象となった墨東病院での患者の診療は、その時の安達先生の指導のもとでの研鑽がなければ不可能であったと言っても過言ではありません。お世話になりっぱなしだった 4 年間に加えて、今回の本論文を作成するにあたり、昔と少しも変わらない熱心な指導をして頂いた安達先生には、深い感謝の念を禁じえません。本当にありがとうございました。

また、現在の職場である東京都立墨東病院の救命救急センター一部長の濱邊祐一先生には、島根から出てきて、右も左もわからない私に、救急の楽しさ、怖さ、崇高さを教えていただき、救急医としての礎を形成することができました。大変感謝しております。

本論文を作成した場所である東京 ER 墨東は、年間約 5 万人の救急患者が受診し、繁忙をきわめるストレスの多い環境でしたが、日夜共に診療にあたっている救急医の仲間たちとスタッフの皆さんに支えられ、今を迎えることができました。これからも、様々な人たちに支えられて救急医としての仕事ができているという「ありがたさ」を感じながら、救急医としての職務を全うしていきたいと思います。

最後になりますが、東京で武者修行をしようと思いたち、上京してはや 10 年。あまり良い父、良い夫でなかったと思いますが、皆がいてくれたから、ここまで頑張ることができたのだと思います。支え続けてくれた妻と息子と娘、そして島根に住む母親に感謝したいと思います。

## Reference

1. McMahon DJ : Spontaneous pneumomediastinum. *Am J Surg.* 131: 550-51. 1976
2. Bodey GP: Medical mediastinal emphysema. *Ann Intern Med.* 54: 46-56. 1961.
3. Hamman L: Spontaneous mediastinal emphysema. *Bull Johns Hopkins Hosp.* 64: 1-rtm21. 1939
4. Munsel WP: Pneumomediastinum. *JAMA.* 202. 129-33. 1967.
5. Yellin A, Gapany-Gapanaticus M, Liebermann Y: Spontaneous pneumomediastinum: is it a rare cause of chest pain? *Thorax.* 38: 383-85. 1983.
6. Maunder RJ, Pierson DJ, Hudson LD: Subcutaneous and mediastinal emphysema: pathophysiology, diagnosis and management. *Arch Intern Med.* 144: 1447-53. 1984.
7. Sakai M, Murayama S, Gibo M, Akamine T, Nagata O: Frequent cause of the Macklin effect in spontaneous pneumomediastinum: demonstration by multidetector-row computed tomography. *J Comput Assist Tomogr.* 30:92-4. 2006.
8. Macklin MT, Macklin CC: Malignant interstitial emphysema of the lungs and mediastinum as an important occult complication in many respiratory diseases and other conditions: an interpretation of the clinical literature in the light of laboratory experiment. *Medicine.* 23:281-58. 1944.
9. McMahon DJ: Spontaneous pneumomediastinum. *Am J Surge.* 131: 550-551. 1976.
10. Baker SP, O'Neill B, Haddon W Jr, Long WB: The injury severity score: a

- method for describing patients with multiple injuries and evaluating emergency care. *J Trauma*. 14: 187–96. 1974.
11. Champion HR, Sacco WJ, Copes WS, Gann DS, Gennarelli TA, Flanagan ME: A revision of the Trauma Score. *J Trauma*. 29: 623–9. 1989.
  12. Boyd CR, Tolson MA, Copes WS: Evaluating trauma care: the TRISS method. Trauma Score and the Injury Severity Score. *J Trauma*. 27: 370–8. 1987.
  13. Newcomb AE, Clarke CP: Spontaneous pneumomediastinum: a benign curiosity or a significant problem? *Chest*. 128:3298-302. 2005.
  14. Abolnic I, Lossos IS, Breuer R: Spontaneous pneumomediastinum. A report of 25 cases. *Chest*. 100:93-5. 1991.
  15. Gerazounis M, Athanassiadi K, Kalantzi N, Moustardas M: Spontaneous pneumomediastinum: a rare benign entity. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 126:774-76. 2003.
  16. Kaneki T, Kubo K, Kawashima A: Spontaneous pneumomediastinum in 33 patients: yield of chest computed tomography for the diagnosis of the mild type. *Respiration* .67:408-11. 2000.
  17. Macklin CC: Transport of air along sheaths of pulmonic blood vessels from alveoli to mediastinum: clinical implications. *Arch Intern Med*. 64: 913. 1939.
  18. Miura H, Taira O, Hiraguri S, Ohtani K, Kato H: Clinical features of medical pneumomediastinum. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 9: 188-91. 2003.
  19. Amjadi K, Alvarez GG, Vanderhelst E, Velkeniers B, Lam M, Noppen M:

- The prevalence of blebs or bullae among young healthy adults: a thoracoscopic investigation. *Chest*. 132:1140-5. 2007.
20. Panacek EA, Singer AJ, Sherman BW, Prescott A, Rutherford WF: Spontaneous pneumomediastinum: clinical and natural history. *Ann Emerg Med*. 21:1222-27. 1992.
  21. Koullias GJ, Korkolis DP, Wang XJ, Hammond GL: Current assessment and management of spontaneous pneumomediastinum: experience in 24 adult patients. *Eur J Cardiothorac Surg*. 25: 852-55. 2004.
  22. Sutherland FW, Ho SY, Campanella C: Pneumomediastinum during spontaneous vaginal delivery. *Ann Thorac Surg*. 73:314–15. 2002.
  23. Weathers LS, Brooks WG, DeClue TJ: Spontaneous pneumomediastinum in a patient with ketoacidosis: a potentially hidden complication. *South Med J*. 88:483-85. 1995.
  24. Chapdelaine J, Beaunoyer M, Daigneault P, Bérubé D, Bütter A, Ouimet A, St-Vil D: Spontaneous pneumomediastinum: are we overinvestigating? *J Pediatr Surg*. 39:681-84. 2004.
  25. Brinster CJ, Singhal S, Lee L, Marshall MB, Kaiser LR, Kucharczuk JC: Evolving options in the management of esophageal perforation. *Ann Thorac Surg*. 77: 1475-83. 2004.
  26. Korn O, Oñate JC, López R: Anatomy of the Boerhaave syndrome. *Surgery*. 141: 222-28. 2007.
  27. Chirica M, Champault A, Dray X, Sulpice L, Munoz-Bongrand N, Sarfati E, Cattani P: Esophageal perforations. *J Visc Surg*. 147: e117-e128. 2010.
  28. Griffiths EA, Yap N, Poulter J, Hendrickse MT, Khurshid M: Thirty - four

- cases of esophageal perforation: the experience of a district general hospital in the UK. *Diseases of the Esophagus*. 22: 616-25. 2009.
29. Levin B: The continuous diaphragm sign. A newly-recognized sign of pneumomediastinum. *Clin Radiol*. 24:337. 1973.
30. Okada M, Adachi H, Kamesaki M, Mikami M, Ookura Y, Yamakawa J, Hamabe Y: Traumatic diaphragmatic injury: experience from a tertiary emergency medical center. *Gen Thorac Cardiovasc Surg*. 60: 649-654. 2012.
31. Okada M, Kamesaki M, Mikami M, Okura Y, Yamakawa J, Sugiyama K, Hamabe Y: Evaluation of the outcome of traumatic thoracic aortic rupture in patients in a trauma and critical care center. *Annals of vascular diseases*. 6: 33-38. 2013.
32. Rezende-Neto JB, Hoffmann J, Al Mahroos M, Tien H, Hsee LC, Netto FS, Rizoli SB: Occult pneumomediastinum in blunt chest trauma: clinical significance. *Injury*. 41: 40-43. 2010.
33. Wintermark M, Schnyder P: The Macklin effect: a frequent etiology for pneumomediastinum in severe blunt chest trauma. *Chest*. 120: 543-47. 2001.
34. Al-Mufarrej F, Badar J, Gharagozloo F, Tempesta B, Strother E, Margolis M: Spontaneous pneumomediastinum: diagnostic and therapeutic interventions. *J Cardiothorac Surg*. 3:59. 2008.
35. Koullias GJ, Korkolis DP, Wang XJ, Hammond GL: Current assessment and management of spontaneous pneumomediastinum: experience in 24 adult patients. *Eur J Cardiothorac Surg*. 25:852-55. 2004.
36. Freixinet J, García F, Rodríguez PM, Santana NB, Quintero CO, Hussein M: Spontaneous pneumomediastinum long-term follow-up. *Respir Med*. 99:1160-63. 2005.

37. Takada K, Matsumoto S, Hiramatsu T, Kojima E, Shizu M, Okachi S, Morioka H: Spontaneous pneumomediastinum: an algorithm for diagnosis and management. *Thor Adv Respir Dis.* 3: 301-07.
38. Jougon JB, Ballester M, Delcambre F, Mac Bride T, Dromer CE, Velly JF. Assessment of spontaneous mediastinum experience with 12 patients. *Ann Thorac Surg.* 75:1711-14. 2003.
39. Chassagnon G, Favelle O, Derogis V, Cottier JP: Spontaneous pneumomediastinum due to the Macklin effect: less is more. *Internal and emergency medicine.* 10: 759-61. 2015.
40. Saleem N, Parveen S, Odigwe C, Iroegbu N: Pneumomediastinum, pneumorrhachis, and subcutaneous emphysema in *Pneumocystis jiroveci* pneumonia in AIDS. *Proceedings (Baylor University. Medical Center).* 29: 188-190. 2016.
41. Takada K, Matsumoto S, Hiramatsu T, Kojima E, Watanabe H, Sizu M, Okachi S, Ninomiya K: Management of spontaneous pneumomediastinum based on clinical experience of 25 cases. *Respir Med.* 102:1329-34. 2008.
42. Olgac G, Aydogmus U, Mulazimoglu L, Kutlu CA: Antibiotics are not needed during tube thoracostomy for spontaneous pneumothorax: an observational case study. *J Cardiothorac Surg.* 1:43. 2006.
43. LeBlanc KA, Tucker WY: Prophylactic antibiotics and closed tube thoracostomy. *Surg Gynecol Obstet.* 160: 259. 1985.