OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	CTガイド下選択的局所気縦隔法の臨床的有用性に関する研究
Author(s)	内村, 文昭; 久保田, 恒
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1992, 52(10), p. 1443-1451
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/14790
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

日本医放会誌：52（10），1443—1451，1992（平4）

CTガイド下選択的局所気縦隔法の臨床的有用性に関する研究

山形大学医学部放射線医学教室（主任教授：山口昂一）
内村文昭　久保田恒

（平成4年2月10日受付特別掲載）
（平成4年7月16日最終原稿受付）

CT-Guided Selective Pneumomediastinography and its Clinical Evaluations

Fumiaki Uchimura and Hisashi Kubota
Department of Radiology, Yamagata Univeristy School of Medicine
(Director: Prof. Koichi Yamaguchi)

Research Code No. : 506.1

Key Words : Interventional CT, Pneumomediastinography, Esophageal carcinoma

CT diagnosis is playing a central role in the judgment of mediastinal invasion in esophageal and pulmonary cancers. Estimation of the mediastinal invasion is now based on the indirect findings such as presence of a fatty layer and angle of contact between the lesion and adjacent organs.

An attempt to delineate directly the relation between the primary lesion and adjacent organs has been made by adopting new CT-guided selective pneumomediastinography (PMG CT). Twenty three cases were studied with CT guided paravertebral route. Mediastinal invasion on PGM CT were judged by a condition of the air distribution to the adjacent organs.

Assessment was made by the use of the findings whether the organs are separated by aeration or not and of presence or not of the "sulcus formation".

The accuracy of judging mediastinal invasion has been improved from 41% by conventional CT to 85% by PMG CT based on the diagnostic criteria which adopted "sulcus formation".

This method is useful clinically as a testing technique supplementing the conventional diagnostic imaging.

はじめに

食道癌や肺癌では，縦隔浸潤の判定が病期診断に重要な意味をもつ．現在はX線CT（以下CT）による診断が中心的役割を果している．CTによる縦隔浸潤の診断では，病巣と他臓器との間の脂肪層の存在，接触角度，臓器の偏位変形などの間接所見をもとに推測する方法が採用されている[1)~3)]が，決定的なものはない．今回，CTガイド下で行う選択的な局所気縦隔法を新たに採用し，原発病巣と周辺臓器についての関係を直接的にとらえようと試みた．

従来の気縦隔法は，主に後胸骨路や気管穿通路からの縦隔の広い範囲を充気する方法であり，患者の負担が大きいため適応は限られていた．選択的な充気手技を用い充気量の低減を意図したCTガイド下の局所気縦隔法の報告は，筆者らの発表[4)5)]以外見られない．

胸膜や臓器を通過損傷する事なく，選択的に関心領域となる縦隔内に充気することを基本手技とした．今回は，傍脊椎路（Fig. 1）を用いた選択的局所気縦隔法の臨床的有用性に関する検討を行ったので報告する．

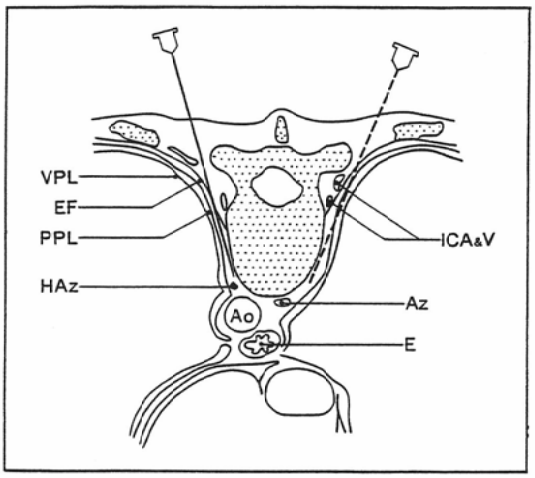


Fig. 1 Schema of CT guided paravertebral approach. A needle tip was advanced to the paravertebral region keeping away from the dorsal thoracic bone, blood vessels, mediastinal pleura and pulmonary tissue.
VPL : visceral pleura, PPL : parietal pleura, EF : endothoracic fascia, Ao : descending aorta, Az : azygos vein, HAz : hemiazygos vein, ICA&V : intercostal a. and v., E : esophagus

Table 1 Subjects

Puncture route	Number	Intrathoracic tumors	
		Esophageal cancer	Lung tumor
L. Paravertebral	20(11)	16(9)	4(2)
R. Paravertebral	3(2)		3(2)
Total	23(13)	16(9)	7(4)

( ) : operated case number

対　象

CT ガイド下に傍脊椎路で選択的局所気縦隔法を施行した症例は，1987年７月から1991年12月までに山形大学医学部附属病院で経験した胸郭内腫瘍23例である．対象の内訳を Table 1 に示す．年齢は42歳から85歳に分布し平均63.7歳である．食道癌16例では全例左傍脊椎路からの穿刺を行い，肺癌６例，肺良性腫瘍１例の肺腫瘍７例は，腫瘍の存在部位に応じて左右の穿刺路を選択した．

検討方法

診断能の検討

食道癌の外膜浸潤については，大動脈，心嚢，奇静脈を対象臓器としてとりあげ，手術病理所見に対して，単純および造影 CT（以下通常 CT）と CT ガイド下局所気縦隔法（以下，気縦隔 CT）の，診断能を比較検討した．また通常 CT と気縦隔 CT を合せ総合した所見での診断能も検討した．さらに，胸郭内腫瘍全体と食道癌例に区分し，各臓器浸潤に対する診断能を比較した．

（1）通常 CT の診断基準

従来より用いられている臓器間の低吸収帯と他臓器の変形の有無で判定した．各臓器に関する診断基準を示す．

大動脈浸潤について

Picus の方法[2]に従い，大動脈と病巣との間の低吸収帯の消失している接触角度を計測し，45°以上の場合と45°未満の場合に分け，前者を浸潤ありに含めた．

心嚢浸潤について

低吸収帯の消失と左房の変形について検討し，有所見の場合浸潤ありと判定した．

奇静脈浸潤について

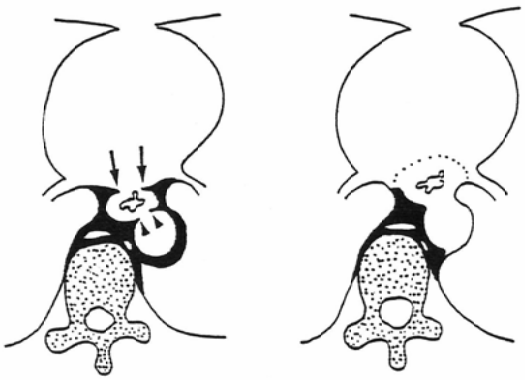
奇静脈自体の描出の有無を検討し，明瞭な描出がない場合を浸潤ありとした．

（2）気縦隔 CT の診断基準

充気により臓器間の分離がみられるか否かと，“Sulcus formation”（Fig. 2）の有無を用いて検討した．すなわち臓器間の分離が見られた場合は浸潤なしとし，臓器間が分離しない場合でも充気状態が臓器に対して鋭角な溝を形成するものを“Sulcus formation”と表現して原則的には浸潤否定の所見とした．また，鈍角な場合を“Sulcus formation”無しとし浸潤支持の所見とした．各臓器に関する診断基準を示す．

大動脈への浸潤について

大動脈周囲に全周性の充気が見られる場合を浸潤無しとし，全周性の充気が見られない場合には，“Sulcus formation”の有無と大動脈周囲の充気の角度を判定の基準とした．つまり，“Sulcus formation”が有り大動脈を中心として270°以上で充気



(A)　　(B)

Fig. 2　Schema of "Sulcus formation" on PMG CT
(A) The state forming a sulcus with an acute angle to the organ by aeration was expressed as "sulcus formation" (arrow and arrow head). (B) The state of obtuse angle was defined as the finding supporting presence of invasion by judging the state as sulcus formation in absence.

が見られる場合には浸潤無しとした. "Sulcus formation"が有っても充気が270°未満の場合と, "Sulcus formation"が無い場合を浸潤有りとした (Fig. 3).

心嚢への浸潤について

大動脈とは異なり心嚢周囲に全周性の充気が見られる場合が少なく, 充気の角度を判定の基準とせずに, "Sulcus formation"無しを浸潤有りと判定した (Fig. 4).

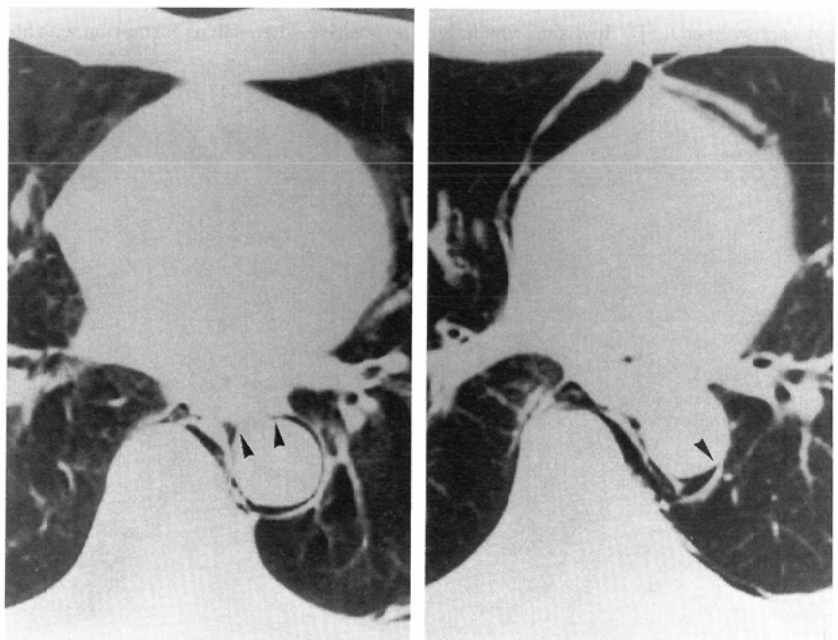
奇静脈への浸潤について

奇静脈の描出の有無で判定した (Fig. 5).

(3) 手術例の浸潤の有無について

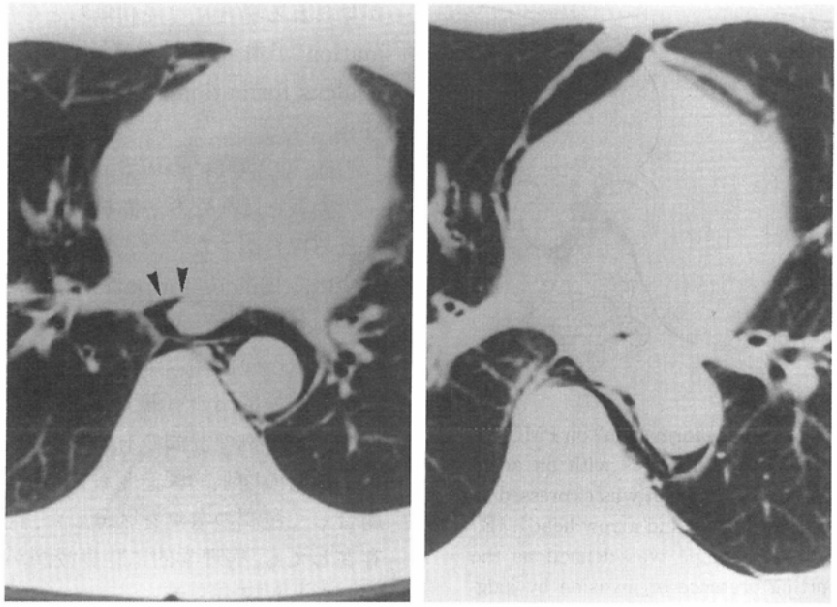
手術時の肉眼的深達度および病理学的深達度を総合して浸潤の有無を区分した. 手術時に癒着が存在しても, 病理学的に腫瘍浸潤が無い場合には, 浸潤なしに区分した.

(4) 合併症および注入量に関して



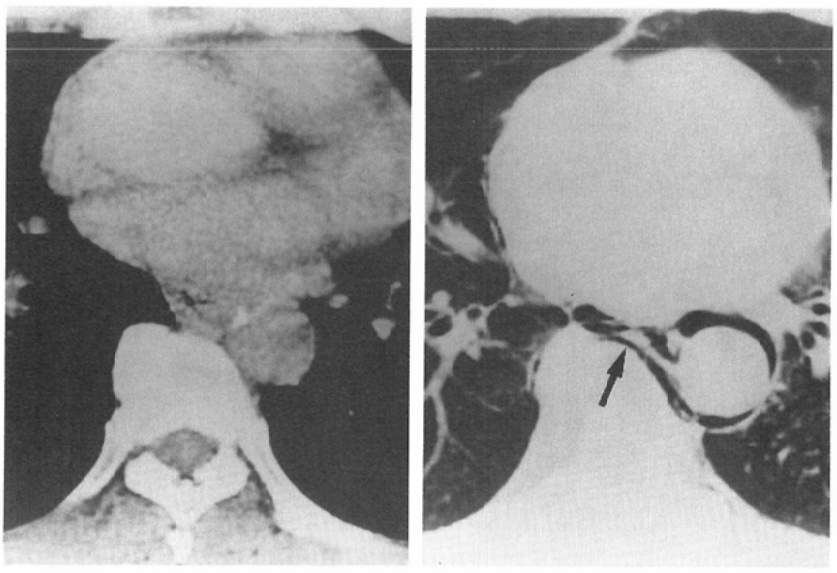
(A)　　(B)

Fig. 3　Diagnosis of the aortic invasion according to PMG CT
Cases of esophageal cancer; (A) No invasion was judged when sulcus formation was present (arrow head) and aeration was observed in more than 270° centering on the aorta. No invasion was proved by surgery. (B) Invasion was judged when aeration angle was less than 270° centering on the aorta even when sulcus formation was present or not. Invasion was confirmed by surgery.



(A) (B)

Fig. 4 Diagnosis of the pericardial invasion according to PMG CT
Cases of esophageal cancer ; (A) No invasion was judged when definite sulcus formation was present (arrow head). (B) Invasion was judged as positive when sulcus formation was absent. Both diagnoses were concordant with surgical findings.



(A) (B)

Fig. 5 Diagnoses of the azygos vein invasion according to conventional CT and PMG CT
Case of esophageal cancer ; (A) It was difficult to discern the azygos vein itself. Invasion to the azygos vein was judged present when the vein was not delineated or unclear in conventional CT. (B) No invasion was judged when the azygos vein was depicted in PMG CT (arrow). This case was proved to be free from azygos vein invasion by surgery.

Table 2　Comparison between conventional CT and PMG CT* in assessing the invasion to the aorta

a）Overall cases

Operative findings		conventional CT findings Invasion (+)	conventional CT findings Invasion (−)	PMG CT findings Invasion (+)	PMG CT findings Invasion (−)	conventional CT with PMG CT findings Invasion (+)	conventional CT with PMG CT findings Invasion (−)
Invasion(+)	n= 1	1	0	1	0	1	0
Invasion(−)	n=11	6	5	3	8	2	9

b）Esophageal cancer

Operative findings		conventional CT findings Invasion (+)	conventional CT findings Invasion (−)	PMG CT findings Invasion (+)	PMG CT findings Invasion (−)	conventional CT with PMG CT findings Invasion (+)	conventional CT with PMG CT findings Invasion (−)
Invasion(+)	n= 1	1	0	1	0	1	0
Invasion(−)	n= 8	4	4	1	7	0	8

*PMG CT : CT with pneumomediastinography

Table 3　Comparison between conventional CT and PMG CT in assessing the invasion to the pericardium

a）Overall cases

Operative findings		conventional CT findings Invasion (+)	conventional CT findings Invasion (−)	PMG CT findings Invasion (+)	PMG CT findings Invasion (−)	conventional CT with PMG CT findings Invasion (+)	conventional CT with PMG CT findings Invasion (−)
Invasion(+)	n= 3	3	0	3	0	3	0
Invasion(−)	n= 9	5	4	4	5	4	5

b）Esophageal cancer

Operative findings		conventional CT findings Invasion (+)	conventional CT findings Invasion (−)	PMG CT findings Invasion (+)	PMG CT findings Invasion (−)	conventional CT with PMG CT findings Invasion (+)	conventional CT with PMG CT findings Invasion (−)
Invasion(+)	n= 2	2	0	2	0	2	0
Invasion(−)	n= 7	5	2	4	3	4	3

合併症は検査翌日の胸部X線撮影及び自他覚的症状の発現で検討した．注入量は左右の穿刺路別に区分し，平均注入量を求めた．

結　果

1．縦隔浸潤の診断能に関して

① 大動脈浸潤（Table 2）

通常CTでは，手術で浸潤の無かった症例でも，胸郭内腫瘍全体では11例のうち6例（55%）にfalse positiveがみられた．通常CTに気縦隔CTを加えることにより，確実に浸潤なしと判定できた例が多く，false positiveが2例（18%）と減少した．この2例とも肺癌の症例であった．通常CT，気縦隔CTともにfalse negativeは見られなかった．食道癌のみでの検討では，accuracyは通常CTの56%から気縦隔CTを併用することにより100%に向上した．

② 心嚢浸潤（Table 3）

胸郭内腫瘍全体では，通常CTでfalse positiveが浸潤の無かった9例の内5例あり，気縦隔CTでも4例に減るにとどまった．通常CT，気縦隔

Table 4 Comparison between conventional CT and PMG CT in assessing the invasion to the azygos vein

a) Overall cases

Operative findings		conventional CT findings Invasion (+)	conventional CT findings Invasion (−)	PMG CT findings Invasion (+)	PMG CT findings Invasion (−)	conventional CT with PMG CT findings Invasion (+)	conventional CT with PMG CT findings Invasion (−)
Invasion(+)	n= 0	0	0	0	0	0	0
Invasion(−)	n=13	8	5	0	13	0	13

b) Esophageal cancer

Operative findings		conventional CT findings Invasion (+)	conventional CT findings Invasion (−)	PMG CT findings Invasion (+)	PMG CT findings Invasion (−)	conventional CT with PMG CT findings Invasion (+)	conventional CT with PMG CT findings Invasion (−)
Invasion(+)	n= 0	0	0	0	0	0	0
Invasion(−)	n= 9	7	2	0	9	0	9

Table 5 Diagnostic ability of various modalities

a) Overall cases

	Conventional CT	PMG CT	Conventional CT with PMG CT
Sensitivity	100%	100%	100%
Specificity	42%	76%	79%
False positive	58%	24%	21%
False negative	0%	0%	0%
Accuracy	49%	81%	83%

b) Esophageal cancer

	Conventional CT	PMG CT	Conventional CT with PMG CT
Sensitivity	100%	100%	100%
Specificity	34%	77%	81%
False positive	67%	23%	19%
False negative	0%	0%	0%
Accuracy	41%	82%	85%

CT ともに false negative は無かった．食道癌群単独での検討でもこの傾向に変化を認めなかった．気縦隔 CT を追加することによる診断能の向上は見られなかった．

③ 奇静脈浸潤（Table 4）

通常 CT では食道周囲の脂肪層が少なく奇静脈自体が不明瞭になりがちで，胸郭内腫瘍全体では浸潤の無かった13例のうち 8 例（62%）に false positive が見られた．気縦隔 CT では奇静脈が明瞭に描出され，手術時所見と良い対応を示した．通常 CT，気縦隔 CT ともに false negative は無かった．accuracy は通常 CT の38%から気縦隔 CT を併用することにより100%に向上した．食道癌群の検討でも同じ傾向を示した．

以上の結果から大動脈，心嚢，奇静脈に関する縦隔浸潤の診断能をまとめて Table 5に示した．胸郭内腫瘍全体で specificity は，通常 CT，気縦隔CT，通常CTと気縦隔CTの総合所見の順に42%，76%，79%と変化し，これに伴い accuracy は49%，81%，83%を示し診断能の向上が見られた．食道癌群のみの検討でも accuracy は41%，82%，85%と同様な向上を示した．

2. 合併症（Table 6）**・注入量**（Table 7）

23例中19例で全く自覚的愁訴を認めなかった．胸部不快感，皮下気腫が主な合併症であり，背部痛，気胸，硬膜外注入は 1 例ずつ経験したが，重篤な合併症を認めなかった．

注入量は30ml から400ml の範囲であり，平均175ml であった．左傍脊椎路からの穿刺の20例中13例では150ml から200ml の充気量であった．

考　察

1) 縦隔穿刺路および充気状態に関して

気縦隔法は1936年 Condorelli が診断に初めて応用した[6]が，後胸骨路や気管穿通路からの充気が一般的であった[7)~9)]．縦隔全体の充気には大量

Table 6　complications

		(−)	chest discomfort	back pain	subcutaneous emphysema	pneumothorax	epidural injection
L. Paravertebral	n=20	17	1	0	1	1	0
R. Paravertebral	n= 3	2	0	1	0	0	1
Total	n=23	19	1	1	1	1	1

Table 7　Injected air volume

	Air volume mean(range)
L. Paravertebral	188ml(30～400ml)
R. Paravertebral	90ml(30～200ml)
Total	175ml(30～400ml)

の充気が必要で被検者への侵襲も大きい．また，食道癌の診断に前尾骨部からの後腹膜送気法[10]，経食道法[11]，経気管的注入法[12]を用いた気縦隔法も報告されているが，充気量が1,000mlを越えたり，臓器を通過する方法で侵襲が少なくない．筆者が調査した範囲では，縦隔疾患に対する診断を目的とし，充気量の低減を意図したCTガイド下の選択的局所気縦隔法の報告は見られなかった．

傍脊椎路の穿刺方法は1972年Nordenströmがx線透視下での穿刺を報告[13]しており体表解剖だけの判断でこの穿刺ルートを採用するのは危険であると述べている．著者らが採用したCTガイド下の穿刺法は，臓器および胸膜を通過せず，縦隔内の目的部位の近傍に可能な限り選択的に直接穿刺針を進めることを厳密に守る点が，従来の方法とは異なった特徴である．

2）臨床的診断能に関して

食道癌の外膜浸潤や肺癌の他臓器浸潤の有無は，治療法の選択や予後を左右する重要な因子である．縦隔浸潤の検索には従来種々の検査法が実施されているが限界や欠点があった．現在CTは縦隔疾患の検討に欠かせない検査法になっている．しかしCTで縦隔浸潤を判定しようとする場合，病巣と周辺臓器との接触角度，偏位変形，脂肪層の有無等による間接的評価に依るところが多い．

Scottら[14]は肺癌の縦隔浸潤のCT診断には限界があると述べ，縦隔鏡や試験的縦隔切開術を施行している．同様にMcLoud[15]は縦隔浸潤の判定に際しCTやMRI診断には限界があり，新たな診断基準や診断方法の開発が必要であると述べている．このように縦隔浸潤の診断が未だ不正確な現状では，適切な治療法の選択に困惑することも少なくない．食道癌例に気縦隔を併用する方法として，前尾骨部からの後腹膜送気法[10]，経食道法[11]，経気管的注入法[12]での気縦隔CTによる診断能の向上が報告されている．大久保ら[10]は縦隔浸潤のaccuracyを，通常CTで73%，気縦隔CTで94%と報告している．木村[12]は同様に通常CTで92.3%，気縦隔CTで96%と報告している．これらの報告はいずれも充気量が平均1,000ml，400mlと多い．

今回，より正確な病期診断と適切な治療法選択を目的に，縦隔浸潤が疑われる症例に対し，充気量を制限した選択的局所気縦隔CTによる検討を試みた．ここで縦隔浸潤を判定する診断基準に，病巣と周囲組織との分離の可能性を判断する所見として，“Sulcus formation”を採用した．病巣と周辺臓器の充気による分離が認められれば，縦隔浸潤がないと判断可能である．しかし縦隔浸潤が問題となる例では必ずしも臓器間の分離が完全でないことが多いため，充気状態が鋭角な溝を形成する“Sulcus formation”を示す場合と，鈍角な場合に分類して検討した．気縦隔法で充気された空気の状態で，癒着や浸潤の程度を判定する一つの指標として考案したものである．本法の診断基準を用いた縦隔浸潤の診断能に関して，胸郭内腫瘍を対象にした場合，通常CTがsensitivity 100%，specificity 42%，accuracy 49%であったのに対し，気縦隔CTを加えた診断ではそれぞれ100%，79%，83%と著明に向上した．食道癌を対象にし

た場合，accuracyは通常CTで41%，気縦隔CTでは85%と同様に向上した．

食道癌では，通常CTが大久保らや木村の報告に比し，通常CTのaccuracyが低い結果となっている．これは癒着や浸潤が通常CTで不明確な症例を対象としたことと，採用した通常CTの診断基準が厳しいためと思われる．

臓器別の検討では，大動脈，奇静脈に関しては診断能の向上が著しかったが，心嚢に関する診断は従来の報告通り困難であった．癒着と浸潤の正確な鑑別が難しいため，未だ充分な診断能とは言い難い．また肺癌の大動脈に対する浸潤の評価など，胸膜が介在する部位での判定も困難であった．

従来のCTの診断基準では不明瞭な縦隔浸潤の診断能が，局所気縦隔法を加えたCTで“Sulcus formation”を検討することにより向上したと言える．逆に手術所見と気縦隔CTを用いた診断が良く一致することは，“Sulcus formation”を診断基準に選んだ妥当性を示していると思われる．通常CTで縦隔浸潤が無いと断定できない例で，気縦隔CTにより浸潤が無いと的確に診断できる例が多く見られた．また他臓器浸潤が従来の方法では2臓器以上に及んでいると判断された例で，単一の臓器に限局していると診断できた例もあり，手術適応や合併切除の判断に有用であった．

3）合併症に関して

合併症としては血管損傷による縦隔血腫や血胸，感染，皮下気腫，胸背部重苦感，気胸等が考えられる．今回の検討では胸部不快感，皮下気腫が主な合併症であり，背部痛，気胸は1例に経験したが，重篤な合併症は見られなかった．CTガイド下であること及び細径の穿刺針を使用することにより，穿刺に伴なう合併症を回避できたと思われる．

充気する気体に関しては，炭酸ガス，酸素，笑気，空気などが使用される．生体内での吸収からみた安全性は上記の順であるが，本研究では加藤らの報告[7]と同様に空気を使用した．空気の場合，注入後の吸収が緩徐であり，注入直後の縦隔内の拡散が不十分な症例では体位変換を行い検査に時間をかけることも可能だからである．迅速な検査が可能な場合には吸収の速やかな気体に変更することが，合併症の低減に役立つと思われる．

また注入量に関しては，従来の気縦隔法で使用される量は約400ml～800mlとされるが，本法では平均175mlと低減が得られた．

傍脊椎路からの充気では，23例中19例で全く自覚症状を認めず，合併症の少ない穿刺路と言える．

結　論

1）CTガイド下で傍脊椎路の穿刺法による選択的局所気縦隔法を試みた．縦隔内の目的部位の近傍に選択的に直接穿刺針を進める際に，臓器及び胸膜を通過しないことを厳密に守りうる点が，従来の方法とは異なった特徴である．

2）従来の気縦隔法に比し注入量は平均175mlと低減でき，被験者の侵襲が少なく重篤な合併症の出現を認めなかった．

3）胸郭内腫瘍の縦隔浸潤の診断能は，通常CTのsensitivity 100%，specificity 42%，accuracy 49%から，“Sulcus formation”を採用した診断基準による気縦隔CTではそれぞれ100%，79%，83%と著明に向上した．通常CTで縦隔浸潤の判定に疑問のある例で，本法は従来の画像診断を補う検査法として臨床的に有用である．

文　献

1）Halvorsen RA Jr, Thompson WM: Computed tomographic staging of gastrointestinal tract malignancies. Part I. Esophagus and stomach. Invest Radiol 22: 2—16, 1987

2）Picus D, Balfe DM, Koehler RE, et al: Computed tomography in the staging of esophageal carcinoma. Radiology 146: 433—438, 1983

3）Martini N, Heelan R, Westcott J, et al: Comparative merits of conventional, computed tomographic, and magnetic resonance imaging in assessing mediastinal involvement in surgically confirmed lung carcinoma. J Thorac Cardiovasc Surg 90: 639—648, 1985

4）内村文昭，久保田恒，大竹修一，他：気縦隔CTによる縦隔疾患の診断，画像診断，9: 1424—1431, 1989

5）内村文昭，久保田恒，大竹修一，他：CTガイド下選択的局所気縦法による胸部画像診断の試み，臨放，35: 147—156, 1990

6）Condorelli L: Il pneumo-mediastino artificiale.

Minerva Med 27 : 81—86, 1936
7) 加藤富三, 中沢広重, 井口　俊：気縦隔断層撮影, 臨放, 28 : 1373—1380, 1983
8) Mitsuoka A, Kitano M, Ishii S : Gascontrasted computed tomography of the mediastinum. J Comput Assist Tomogr 5 : 588—590, 1981
9) Sone S, Higashihara T, Morimoto S, et al : Potential spaces of the mediastinum : CT pneumomediastinography. AJR 138 : 1051—1057, 1982
10) 大久保幸一, 浜田麻美, 西沢由香里, 他：食道癌におけるCT PMG CTによる検討一, 日本医放会誌, 42 : 740—748, 1982
11) 嶋津　明, 藤田博正, 川原英之, 他：食道癌の胸部大動脈浸潤に対するCT診断一経食道的気縦隔CTの試み一, 日胸外会誌, 34 : 1612—1616, 1986
12) 木村正幸：食道癌における術前computed tomographyの有用性に関する研究, 一特に気縦隔computed tomographyを中心にして一, 日消外会誌, 18 : 607—613, 1985
13) Nordenström B : Paravertebral approach to the posterior mediastinum for mediastinography and needle biopsy. Acta Radiol [Diagn] (Stockh) 12 : 298—304, 1972
14) Scott IR, Muller NL, Miller RR, et al : Resectable stage III lung cancer ; CT, surgical, and pathologic correlation. Radiology 166 : 75—79, 1988
15) McLoud TC : CT of bronchogenic carcinoma : Indeterminate mediastinal Invasion[1]. Radiology 173 : 15—16, 1989