日消外会誌　20（11）：2494～2500，1987年

胸部食道癌リンパ節転移の computed tomography 診断
—大きさからみた診断基準の検討—

癌研究会附属病院外科
松原　敏樹　　木下　　巌　　西　　満正

COMPUTED TOMOGRAPHIC EVALUATION OF LYMPH NODES IN CANCER OF THE THORACIC ESOPHAGUS
—WITH SPECIAL REFERENCE TO THE THRESHOLD FOR DIAGNOSIS—

Toshiki MATSUBARA, Iwao KINOSHITA and Mitsumasa NISHI
Dept. of Surgery, Cancer Institute Hospital

胸部食道扁平上皮癌137例を対象として，摘出リンパ節の術前 computed tomography（CT）所見と転移との関係を調べた．転移陽性例と陰性例のリンパ節像の大きさの累積分布を求め，これに基いて最適な診断の基準を求め，またその診断精度について検討した．リンパ節の腫大の程度，最適な診断の閾値，CT の転移診断能はいずれもリンパ節部位別に異っていた．正診率が最大となる診断の閾値は左傍気管6mm，右上縦隔最上7mm，左気管気管12mm，気管分岐下11mm，胃上部周囲7mm であった．CT 診断能は左傍気管が最も良好で，次いで右上縦隔最上，胃上部周囲，気管分岐下の順であり，左気管気管支リンパ節では不良であった．

索引用語：食道癌リンパ節転移，リンパ節転移の CT 診断，胸部食道癌

はじめに

胸部食道癌においてはN因子の予後に対する影響は大きく，したがって術前に治療方針を決定する際には，CT などによってリンパ節転移状況を可及的に正確に把握することが望ましい．リンパ節転移の CT 診断に関する報告は多いが，これらは既定の診断基準に基いてその診断精度を調べた報告が多く，最適な診断基準の選択法に関する考察は少ない．本稿では根治切除例の CT 所見と病理所見の対応に基づき，主要な転移好発部位別に適切な診断基準を求め，また部位別にみた診断能の評価を試みた．

対　象

術前に CT 検査を行った胸部食道扁平上皮癌切除例135例（Iu 15例，Im 86例，Ei 34例）について，実際に切除されたリンパ節を対象とした．使用機種は TCT-60A-30，スキャン時間は4.5秒（腹部は9秒），スライス幅は主に10mm とし，必要に応じて5～8mm 間隔とした．

＜1985年5月13日受理＞別刷請求先：松原　敏樹
〒170　豊島区上池袋1—37—1　癌研究会附属病院外科

方　法

胸部食道癌切除術で問題となる主要なリンパ節群のうち，転移頻度の高かった以下の領域のリンパ節について検討した（図1）．

左傍気管リンパ節：左反回神経前方に沿って左傍気管に存在するリンパ節群で，大動脈弓直上から上方では甲状腺左葉直下（左傍気管最上部リンパ節群）まで連鎖状に配列している．

右上縦隔最上リンパ節：右反回神経後方に沿って気管食道に接して存在する右側頸胸境界部のリンパ節群．CT 像では右総頸動脈，右鎮骨下動脈，気管，食道に囲まれた領域に描出される．

左気管気管支リンパ節：大動脈弓内側でボタロー靱帯～左主肺動脈右縁，左主気管支によって囲まれた領域のリンパ節群．

気管分岐下リンパ節：左右の主気管支，心嚢によって囲まれた領域のリンパ節群．

胃上部周囲リンパ節：左右噴門，小弯上部，左胃動脈幹，腹腔動脈周囲のリンパ節群．

表1　主要な診断能の評価量（α：全体の陽性率）

評価量	定義	TPF, TNF, α との関係
陽性正診率 [True Positive Fraction (TPF)=Sensitivity]	陽性正診例数 / 組織学的陽性例数	
陰性正診率 [True Negative Fraction (TNF)=Specificity]	陰性正診例数 / 組織学的陰性例数	
正診率 (Accuracy)	正診例数 / 全症例数	$\alpha \cdot TPF+(1-\alpha)\cdot TNF$
Positive Predictive Value (PPV)	陽性正診例数 / 陽性診断例数	$\frac{\alpha \cdot TPF}{\alpha \cdot TPF+(1-\alpha)\cdot(1-TNF)}$
Negative Predictive Value (NPV)	陰性正診例数 / 陰性診断例数	$\frac{\alpha \cdot TNF}{\alpha \cdot (1-TPF)+(1-\alpha)\cdot TNF}$

図1　胸部食道癌における上縦隔の転移好発リンパ節．1．右上縦隔最上，2．左傍気管，3．左気管気管支，4．気管分岐下，5．傍食道の各リンパ節．

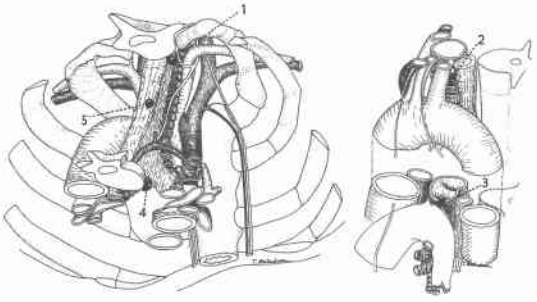
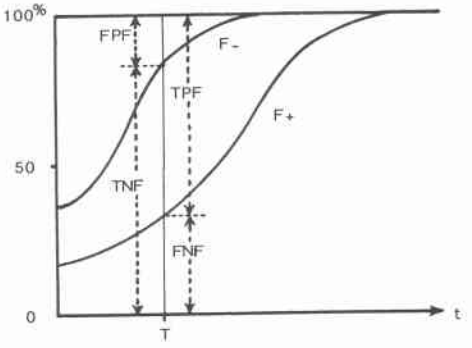


図2　陽性例と陰性例のCT径の累積分布（F_+，F_-）とTPF，TNFとの関係，t：CT径，T：診断の閾値．



CT像において，各領域内の最も大きなリンパ節の大きさを測定し（CT径），これとその領域の摘出リンパ節の転移の有無との対応を調べた．CT径はリンパ節像の長径と短径の相乗平均で表わした．これはリンパ節横断像の面積の平方根に対応する．ただし，分岐下リンパ節についてはその横径が左右の気管支で限定されるためCT径をリンパ節の前後径とした．なお，この他，傍食道リンパ節も転移好発部位に属するが，転移陽性でもこの部にCTで腫大像を認めることは少ないため，検討対象から除外した．

各領域に対し，その転移陽性群と陰性群のそれぞれについてCT径の累積分布（F_+，F_-）を求め，これに基きCT径のみを診断基準とした場合の診断の精度の評価を試みた．表1に診断の精度の主要な評価量を示す．陽性正診率（true positive fraction：TPF）陰性正診率（true negative fraction：TNF）および対象における陽性率 α が定まれば他の評価量も定まる．図2に示すごとく，累積分布はそれぞれの診断の閾値に対するTPF，TNFと直接対応している．

結　果

図3（a～e）に各領域部位別の転移陽性率および陰性リンパ節の累積分布（F_-，F_+）および正診率曲線を示す．正診率曲線はCT径による診断の閾値（t）の関数として正診率の値を示したものである．図4，5はそれぞれF_+，F_-を滑らかな曲線で近似したものである．

転移陰性リンパ節のCT径の分布：図5のごとく，正常リンパ節の大きさの分布は部位別に異っていた．F_-＝95%に対応するCT径をt_{95}とすると，正常リンパ節の95%でCT径はt_{95}mm以下ということになる．t_{95}値は左傍気管で7mmと最も小さく，右上縦隔最上，気管分岐下，左気管気管支，胃上部周囲の順に大きかった．特に胃上部周囲では非転移性腫大の頻度が高く，

t_{95}＝16mm であった．また，10mm 以上の腫大を示す率をみると，左傍気管（0％）や，右上縦隔最上（3％）では少なかったが，気管分岐下，左気管気管支，胃上部周囲では約10％であった．

転移陽性リンパ節の CT 径の分布：右上縦隔最上，分岐下，左気管気管支ではどれも同様の分布を示した．これに対し左傍気管では腫大の程度が小さく，CT 径7～8mm を中心に比較的限局性の分布を示した．一方，胃上部周囲では転移リンパ節の腫大程度が最も大きく，また，その分布は CT 径13～14mm を中心にはば

図3　リンパ節部位別にみた CT 径の累積分布と正診率曲線，——：F_+，－－－－：F_-，……：正診率曲線

図3-a　右上縦隔最上リンパ節

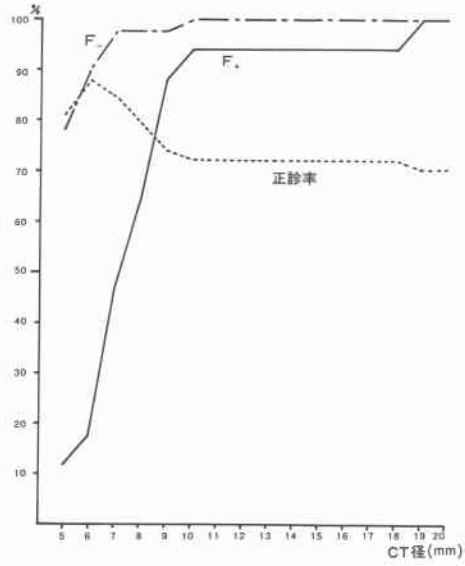


図3-b　左傍気管リンパ節

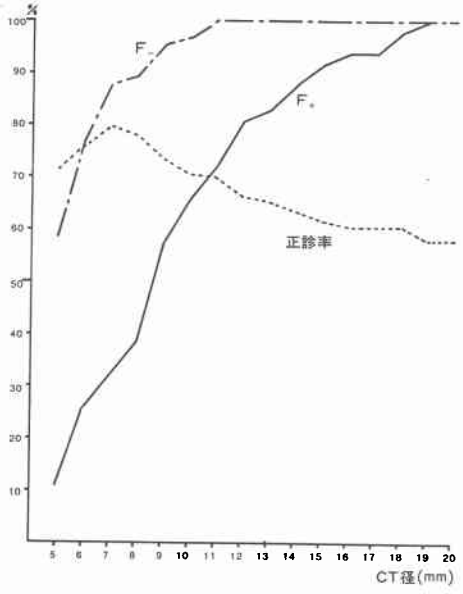


図3-c　左気管気管支リンパ節

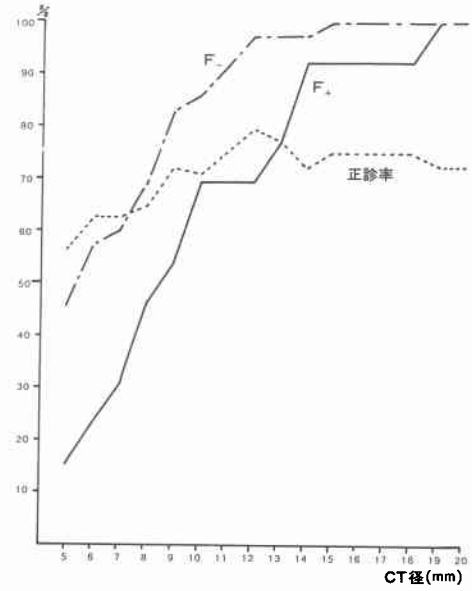


図3-d　気管分岐下リンパ節

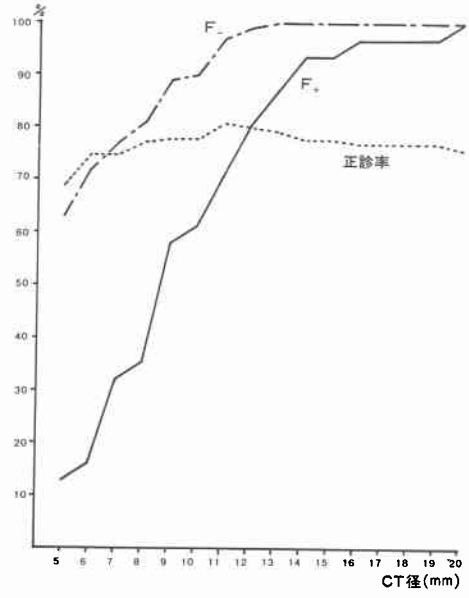


図3-e　胃上部周囲リンパ節

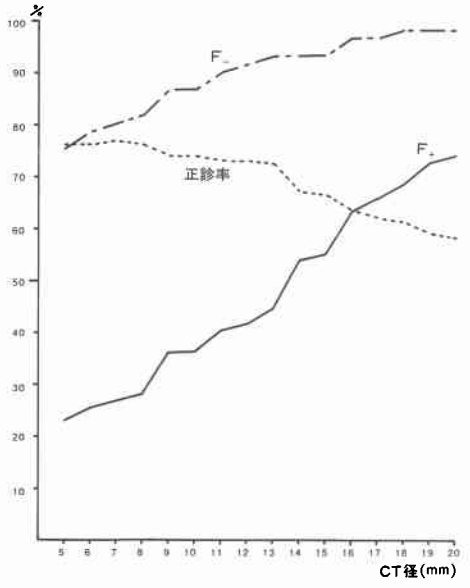
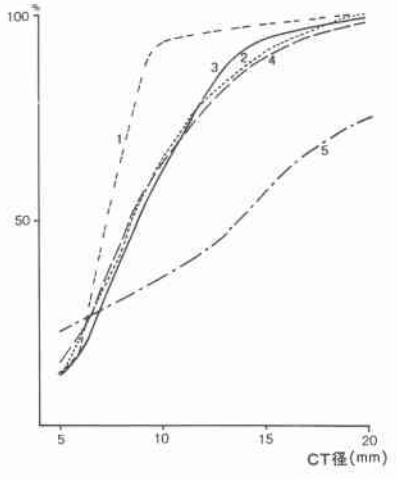


図4　転移陽性リンパ節のCT径の分布．累積分布を滑らかな曲線で近似したもの．1：左傍気管，2：右上縦隔最上，3：気管分岐下，4：左気管気管支，5：胃上部周囲の各リンパ節．



広く分布していた．CT径5mm未満の非腫大性転移の割合は胃上部周囲が23%と最も高く，次いで左気管気管支（15%），気管分岐下（13%），左傍気管（12%），右上縦隔最上（11%）であった（図4）．

転移陽性群と陰性群の分離：t_{95}を診断の閾値とすると，危険率5%で転移陽性と診断することができる．したがってこの時のF_+の値が低い程陽性群と陰性群

図5　転移陰性リンパ節のCT径の分布．累積分布を滑らかな曲線で近似したもの．1：左傍気管，2：右上縦隔最上，3：気管分岐下，4：左気管気管支，5：胃上部周囲の各リンパ節．

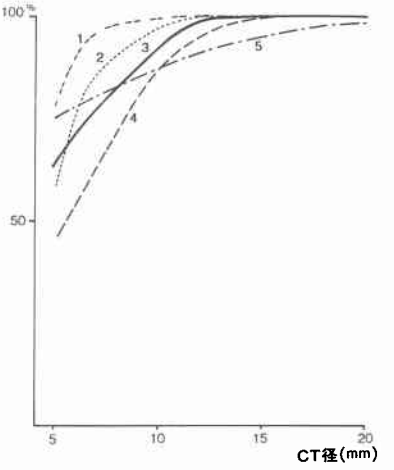


表2　部位別にみた最適閾値

リンパ節部位	TNF>97%の最小の閾値(t_{97})	PPV+NPVを最大とする閾値
左傍気管	7mm	7mm
右上縦隔最上	11	11
気管分岐下	11	13
左気管気管支	12	15
胃上部周囲	18	13

は良く分離され陽性診断能は良いことになる．F_+(t_{95})の値は左傍気管で45%と最も低く，胃上部周囲(55%)，右最上（58%）の順で，左気管気管支（67%）や気管分岐下（73%）では分離能は不良であった．

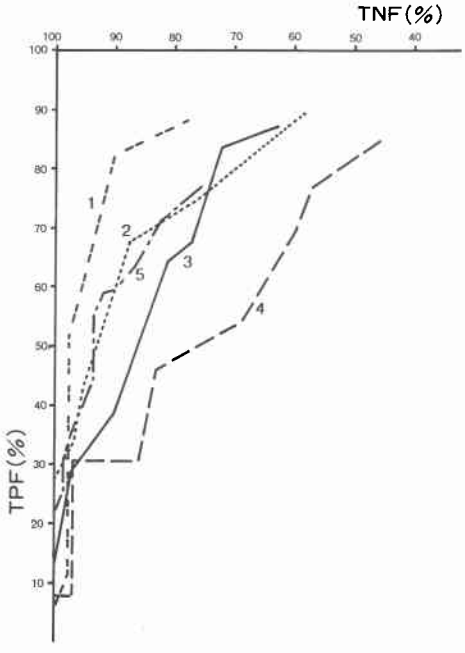
最適な診断の閾値：F_+, F_-曲線はリンパ節部位別に異り，したがって最適な診断の閾値も部位別に異ることがわかる．また，最適な閾値は診断の目的によっても異る．最適閾値の例として**表2**に97%のTNFを与える閾値(t_{97})，PPV+NPVを最大とする閾値を示す．**表3**は正診率を最大とする閾値（maximum accuracy threshold：MATと略す）と，この時のTPF，TNF及び正診率の値を示す．

部位別にみた診断能：**表1**のごとく，正診率は転移率に依存する量であり，正診率の値で部位別の診断能を比較することは適切ではない．**図6**は部位別にみたreceiver operating characteristic（ROC）曲線（後述）である．ROC曲線でみて，左傍気管は最も曲線が左上

表3　正診率を最大とする閾値 (MAT) とこの時の診断能

	Maximum Accuracy Threshold (MAT)	TPF	TNF	正診率
左傍気管	6mm	82%	90%	88%
右上縦隔最上	7	68	88	80
気管分岐下	11	29	97	81
左気管気管支	12	31	97	79
胃上部周囲	7	73	80	77

図6　CT 診断の ROC 曲線．：左傍気管，2：右上縦隔最上，3：気管分岐下，4：左気管気管支，5：胃上部周囲の各リンパ節．



方に位置し診断能は良好であり，これに対し左気管気管支や分岐下では曲線が右下方に位置し，診断能は不良であった．

考　察

1. CT とリンパ節分類

リンパ節転移の術前診断と手術所見を対比する上で，リンパ節の分類法は本質的な意味で重要である．個々のリンパ節に対する分類命名は観察法，観察者，観察時期が異っても変化してはならない．さらに臨床的，解剖学的に本来同じ意義を持つリンパ節は対象の個体差によっても同一の名称で分類されるべきであろう．また，細分化の程度はリンパ節群の臨床的意義を論ずる上で必要にして十分なものであることが望ましい．

CT はリンパ節と主要臓器との相対関係をその分解能の範囲で横断像として正確に描出する．したがって CT 像はリンパ節分類を明確化する手段として有用であると考えられる[1]．

食道疾患研究会では食道癌取扱い規約[2]において縦隔リンパ節分類法を成文化しているが，この分類法を CT 所見や手術所見と対応する際に若干の不明確さがある．以下にこのいくつかを列記してみる．

1）右側頸胸境界部（右上縦隔最上リンパ節）の位置づけ：Iu, Im 領域の癌の転移最好発部位のひとつである[3]．規約では頸胸境界は胸骨上縁と規定している．胸骨上端の高さと右最上の高さの関係は CT で明確に診断できる．CT でみると右最上リンパ節は多くの例で胸骨上端直上の断面で描出されるが，時に胸骨上縁直下に描出される例もみられる[4]．いずれにせよ臨床的意義の上では同一のリンパ節群と考えるべきであるが規約を厳密に解釈すると#101，#105，#106，のいずれにも分類される可能性がある．

2）頸部傍食道（#101）の細分化：規約上は反回神経前方に位置する頸部傍気管リンパ節もこれに含まれるが，臨床的には厳密に区別する必要がある．頸部傍気管は左側では胸部左傍気管と連続し，主に Iu 癌の転移好発部位である．これに対し，右側頸部傍気管リンパ節は反回神経後側に位置する右上縦隔最上部と比べ転移頻度は低い．

3）胸部気管リンパ節（#106）の細分化：肺癌取扱い規約[5]の#1，#2，#3a，#4をすべて含んでいるが，食道癌においてこれらの臨床的意義は著しく異り，また左右差も重要である．

2. 胸部食道癌リンパ節転移の特徴と臨床的意義

胸部食道癌ではリンパ節転移好発部位が頸胸境界部から胃上部周囲まで広範に分布している．これらの転移好発リンパ節の多くはいずれも臨床的には第1次流入リンパ節と考えられるが，転移陽性症例の予後はリンパ節部位によってかなりの差がみられる[6]．腹部リンパ節に比べ胸部リンパ節の転移陽性例の予後は悪い．反回神経沿線リンパ節では右側（右上縦隔最上）に比べ左側（左傍気管）転移陽性例は予後不良で左右差がみられる．また，術後再発の面からみても，リンパ系再発の頻度は高い[7]．再発出現部位としては上記の転移好発リンパ節のほかに頸部や腹部大動脈周囲のリンパ節も臨床的に重要である．しかしこれら転移や

再発の好発部位すべてを手術的に完全郭清することは手術侵襲の面から困難であり，症例に応じて重点的郭清を行わざるをえない．さらに転移リンパ節が高度の局所浸潤を呈する症例，多数部位に転移を有する症例，通常の転移好発部位以外のリンパ節に転移を有する症例は極めて予後不良で，切除適応が問題となり，また強力な合併療法が必要である．

3．CT 診断の精度の評価

このような面から，CT によってリンパ節転移状況を術前に推測することは重要である．通常，リンパ節転移の CT 診断は転移陽性，陰性の二者択一の形で行われることが多い．CT はリンパ節の腫大状況や周囲との関係をその分解能の範囲で正確に描出し，リンパ節に関して多くの情報を与える．しかしリンパ節が著明な浸潤像や中心壊死像を併う腫大像を呈する場合を除いて，CT によって100％確実に二者択一的に転移の有無を診断することは不可能である．したがって CT によって得られる情報を十分に利用するためには，単に二者択一的な診断結果のみを重視するのではなく，CT 情報と転移状況との対応関係を確率的に把握することが重要である．

一般に CT による転移診断においては，定量的因子であるリンパ節の大きさのほかリンパ節の辺縁の性状，形，濃淡分布パターン，周囲に対する圧排の程度などの定性的因子も重要である．しかし，切除適応となる食道癌においては，概して転移リンパ節の腫大の程度は小さく，リンパ節像が特徴的な定性的パターンを呈することは少なく，したがって定量的因子であるリンパ節の大きさが最も重要な診断因子となる．定量的因子に基いて二者択一的な診断を行う際には診断基準は診断の閾値によって決定される．多くの報告において，診断の閾値はリンパ節部位と無関係に事前に設定されており[8]，また，その設定値の最適性の評価に関する考察は少ない．しかしながらリンパ節腫大の程度はリンパ節部位別に著しく異なり，これを画一的に論ずることは適当ではない．また最適な診断の閾値は診断目的によっても異なっている．前述の MAT は正診率を最大とする閾値であり，t_{97}は危険率 3％で転移陽性と診断できる最小の閾値であり，PPV＋NPV を最大とする閾値は予後の評価を最適とする閾値である[9]，さらに診断結果に基づき臨床上の決定を行う際には診断結果を単に二者択一的に考えるべきではなく，その診断がどの程度の精度に基くものであるかを常に考慮することが必要である．

リンパ節の大きさと転移との関係を確率的に評価するためには，転移陰性リンパ節と陽性リンパ節の大きさの確率分布曲線を部位別に求めることが必要である．本稿においては，まだ症例数は十分ではないが，自験例に基づきリンパ節の大きさの累積分布(F_+, F_-)を求めた．累積分布は症例数が十分多ければ確率分布関数と一致する．なお，前述のごとく，累積分布は同時に閾値と診断の TPF，TNF との関係をも表わしている．

確率分布関数がわかれば，適当な診断能評価関数を設定し，これによって最適な診断の閾値を求めることができる[9]．診断能評価関数は診断目的に応じて設定され，したがって最適な診断閾値も診断目的によって異なる．本稿では最適閾値の例として**表 2**，**表 3** で示す 3 種類の最適閾値を求めた．いまだ症例数が少ないため，累積分布による確率分布関数の近似は十分ではなく，今後の症例の積み重ねが必要である．特に評価関数が最適閾値付近で比較的平坦な場合には最適閾値の誤差は大きいと考えられる．

転移診断における CT の有用性（診断能）もリンパ節部位によって異なる．概略的には，陽性例と陰性例のそれぞれの分布曲線が相対的に離れている程診断能は高く，その診断手段は優れているといえる．この 2 つの分布曲線の関係を示す簡略な方法として ROC 曲線[10]は有用である．これは確率変数(すなわち CT 径) t をパラメーターとした曲線 $x=1-F_-(t)$，$y=1-F_+(t)$であり，曲線が原点に近い程 TNF，TPF の値は大きく，診断能は高いといえる．図 6 のごとく，上縦隔リンパ節の中でも左傍気管リンパ節と左気管気管支リンパ節では CT の診断能は大きく異っている．

ま と め

胸部食道癌リンパ節転移の術前診断に関して，特に CT 像におけるリンパ節の大きさ（CT 径）と転移との関係を調べ，最適な診断の基準を求め，またその診断精度について検討した．

1）TPF 曲線，TNF 曲線の性状はリンパ節部位によって異なり，転移・非転移どちらのリンパ節も腫大の程度にはリンパ節の部位ごとの特徴がみられた．

2）最適な診断の閾値は診断目的によって異なるが，リンパ節部位によってもかなりの差がみられた．

3）CT の有用性もリンパ節部位によって異なっていた．CT の診断能は左傍気管，次いで右上縦隔最上，胃上部周囲の各リンパ節では良かったが，左気管気管支リンパ節では不良であった．

文　献

1) Glazer HS, Aronberg DJ, Sagel SS et al: CT demonstration o calcified mediastinal lymph nodes—A guide to the new ATS classification—. AJR 147：17—25, 1986
2) 食道疾患研究会編：食道癌取扱い規約（改訂第6版）. 東京, 金原出版, 1984
3) 松原敏樹, 木下　巌, 大橋一郎ほか：胸部食道癌における右側頸胸境界部郁清法—頸部郭清先行術式—. 消外　8：1683—1691, 1985
4) 松原敏樹, 大橋一郎：胸部食道癌の CT 診断. 癌の臨　32：1136—1141, 1986
5) 日本肺癌学会編：肺癌取扱い規約（改訂第2版）. 東京, 金原出版, 1982
6) 西　満正, 松原敏樹, 木下　巌ほか：リンパ節転移からみた胸部食道癌の予後と再発形式. 消外　9：1597—1605, 1986
7) 松原敏樹, 木下　巌, 大橋一郎ほか：胸部食道癌の頸部・上縦隔再発. 外科　46：1507—1513, 1984
8) Quint LE, Grazer GM, Orringer MB et al: Esophageal darcinoma—CT findings[1]—. Radiology 155：171—175, 1985
9) 松原敏樹, 中川　健, 木下　巌ほか：大きさからみた肺癌上縦隔リンパ節転移の CT 診断—特に適切な診断の関値について—. 肺癌　26：769—777, 1986
10) Metz CE: Basic principles of ROC analysis. Semi Nucl Med 8：283—298, 1978