

## 病態治療論 2 がんの手術療法と放射線療法

平成 22 年 小林正伸

### 1. がんの三大治療法

#### 1) 外科手術 局所療法

内視鏡治療

腹腔鏡下手術

縮小手術

標準手術

拡大手術

減量手術や姑息手術

これらはがんの病期分類によって選択される。

#### 2) 放射線治療 局所療法

#### 3) 化学療法 全身療法

Q 1 : 胃癌を例に縮小手術、標準手術、拡大手術の定義は？

Q 2 : 胃の粘膜下層までの早期胃がんでリンパ節転移なしの場合に選択すべき手術法は？

内視鏡手術の適応に当たるか？

## 2. がんの手術治療の選択

### 1) 病期別

# 胃癌の病期別手術法の選択

表6 日常診療における Stage 分類別の治療法の適応

[文献7)より引用]

	N0	N1	N2	N3
T1 (M)	I A EMR (一括切除) (分化型, 2.0cm以下, 陥凹型ではUL (-)) 縮小手術 A <sup>1)</sup> (上記以外)	I B 縮小手術 B <sup>1)</sup> (2.0cm以下) 定型手術 (2.1cm以上)	II 定型手術	IV 拡大手術 緩和手術 (姑息手術) 化学療法 放射線治療 緩和医療
T1 (SM)	I A 縮小手術 A (分化型, 1.5cm以下) 縮小手術 B (上記以外)			
T2	I B 定型手術 <sup>2)</sup>	II 定型手術	III A 定型手術	
T3	II 定型手術	III A 定型手術	III B 定型手術	
T4	III A 拡大手術 (合切) <sup>3)</sup>	III B 拡大手術 (合切)		
HI, PI, CYI, MI, 再発				

縮小手術: 定型手術を胃の2/3以上  
切除とすると、それ未満  
の縮小切除

定型手術: 胃の2/3以上切除+リン  
パ節D2郭清

拡大切除: 定型手術+他臓器切除

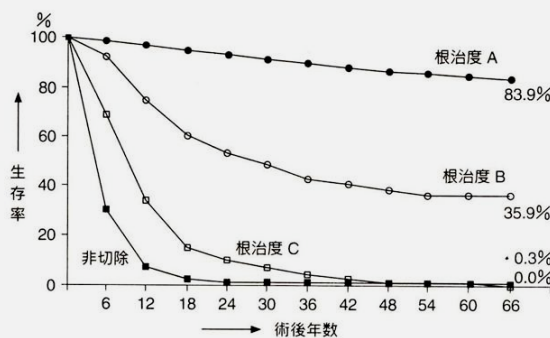
Stage別の手術法は術中の肉眼所  
見によるStageに基づいたものであ  
るが、縮小手術の適応に疑問の余  
地がある場合には定型手術を選択  
すべきである。

- 1) 縮小手術 A, B: 定型的切除を胃の2/3以上切除とすると、それ未満の切除を縮小切除とする。optionとして大網温存、網膜切除の省略、幽門保存胃切除(PPG)、迷走神経温存術などを併施する。またリンパ節郭清の程度により縮小手術A(D1+ $\alpha$ )と縮小手術B(D1+ $\beta$ )にわけた。  
 $\alpha$ の郭清部位: 部位にかかわらずNo.7, また病変が下部にある場合はさらにNo.8aを追加する。  
 $\beta$ の郭清部位: No.7, 8a, 9を郭清する。
- 2) 定型手術: 胃の2/3以上切除とD2郭清
- 3) 拡大手術 (合切): 定型手術+他臓器合併切除
- 4) Stage別の手術法は術中の肉眼によるStageに基づいたものであり、縮小手術の適応において疑問の余地がある場合は定型手術が勧められる。

がんの進行度合い(病期)によって治療法の選択が決まる。

### 2) 根治度による予後の相違

## がんの手術療法の有効性(根治度別効果)



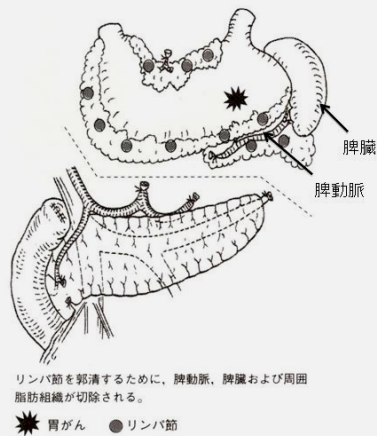
根治度A: (比較的早期の癌につい  
て完全切除)  
根治度B: (肉眼的にがんの遺残は  
ないが、再発の危険性が高い)  
根治度C: (肉眼的に明らかな遺残が  
ある)  
根治度Aの場合でもかなりの再発を  
認める。

図1 胃がんの根治度別予後と非切除症例の予後 (1984~1994)

完全切除の場合には切除の効果は顕著ではあるが、腫瘍細胞が遺残している限り、常に再発の危険性がある。これらの遺残腫瘍に対しては明らかに肉眼的に認める場合は治療的に、そうでない場合は予防的に放射線療法や化学療法との併用による集学的治療を考える。

### 3) がん手術療法の特徴

## 癌手術療法の特徴



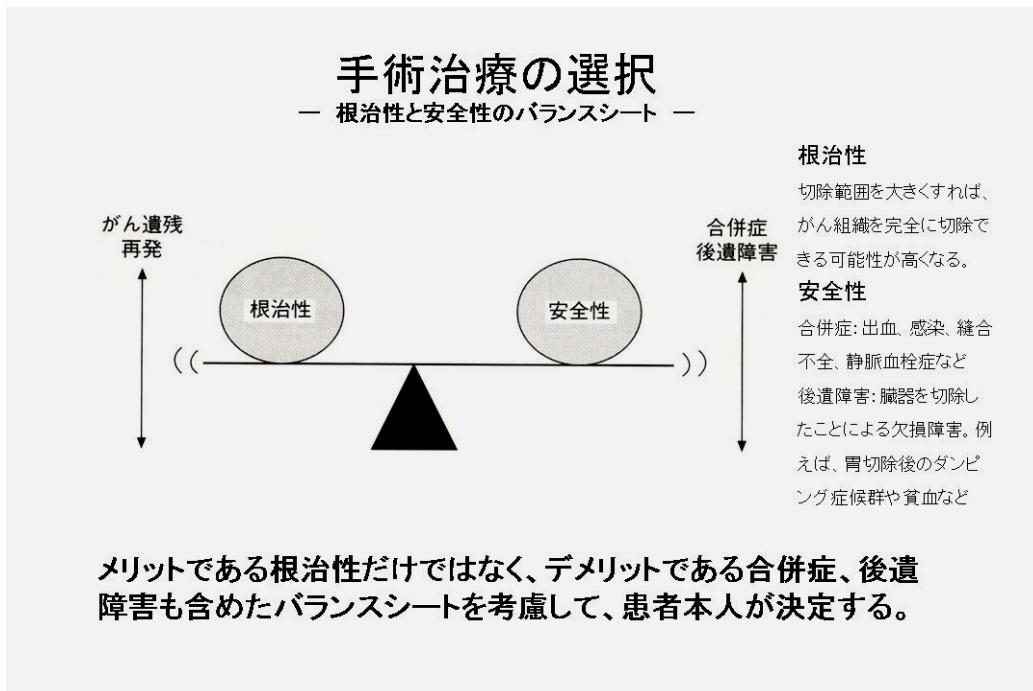
良性腫瘍の手術では、腫瘍だけをくりぬくように切除して正常組織の切除を最小限にする。

癌の手術の場合には、癌の発生した臓器(例えば胃など)とともに浸潤や転移しているかもしれない周囲脂肪組織やリンパ節を安全域として切除する。胃癌を例にとると、リンパ節を廓清するために、脾動脈、脾臓および周囲脂肪組織を胃とともに切除する。

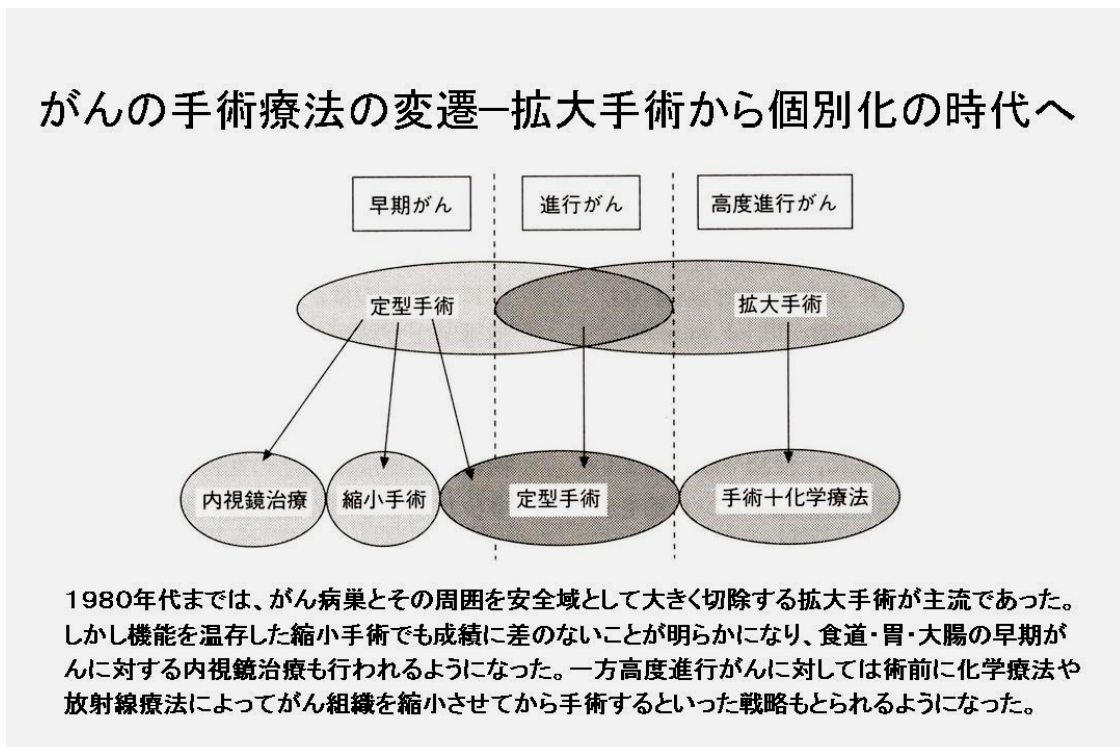
手術そのものの負担が大きく、術後の臓器欠損による負担も大きくなる。

Q : 癌の手術方法はどのように選択するのか？

#### 4) 手術療法の選択・根治性と安全性のバランス



#### 5) がんの手術療法の変遷



### 3. がんの内視鏡治療

#### 1) 内視鏡治療法の適応

## 胃癌の内視鏡治療の適応

	高分化型		低分化型	
	UI (-)	UI (+)	UI (+)	UI (-)
M	2 cm以下	2.1 cm以上	3 cm以下	2 cm以下
SM	3 cm以下			

ガイドラインのEMR適応
  リンパ節転移のほとんどない癌

○分化型に関して

潰瘍非合併(癒痕も含む)

・組織学的深達度M癌であれば大きさ制限なし

・組織学的深達度SM1癌であれば30mm以下, ly(-), v(-)

潰瘍合併例では3cm以内の深達度M癌

○低分化型癌に関して

潰瘍非合併で, 2cm以下の深達度M癌

上記の癌ではリンパ節転移がほとんどないと考えられるが, しかし, 分割切除では十分な病理学的診断ができないこと, 無理なく一括切除できる限界は2cm程度であること, 潰瘍癒痕合併例は肉眼的にM癌の判定が困難であること, を根拠としてEMRの適応を以上のように決めた。

## 2) 内視鏡治療の方法

### 内視鏡治療の実際

**1. ポリペクトミー**  
有茎性や垂有茎性ポリープの切除

**2. 内視鏡的粘膜切除術**  
右図のように表面型の病変

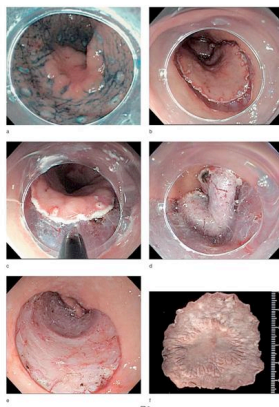
**3. 内視鏡的粘膜下層剥離術**  
病変をヒアルロン酸などで十分隆起させて周辺切開をしておいて粘膜下層を剥離していく方法。

① ポリペクトミー (スナアとホットスナア)  
② ポジショニング  
③ 生理食塩水注入  
④ ワイヤリング  
⑤ カッティング  
⑥ 回収

大腸の場合には, 局注のみで病変部位を挙上できるが, 胃や食道では病変に対して視野が接線方向となることも多く, ワイヤリングするために様々な工夫がされている。  
2チャンネルスコープを使用して把持鉗子で持ち上げてワイヤで絞扼する方法や内視鏡先端につけたキャップで病変を吸引する方法などがある。

## 3) 内視鏡治療の実際

### 胃癌(早期がん)の内視鏡手術



症例は前庭部大彎のIIc病変である。マーキング後に粘膜下局注を施行し, 針状ナイフで周囲切開を行った。Hookナイフで粘膜下層の線維を剥離し, 一括切除し得た。最終診断は adenocarcinoma, tub1, T1(m), ly0, v0, LM(-), VM(-), 腫瘍径 43×32mm, 切除標本60×54mmであった。

#### 4. 腹腔鏡下手術

##### 1) 腹腔鏡下手術の適応

### 腹腔鏡下手術の適応範囲

表7 臨床研究としての Stage 分類別の治療法の適応 [文献7]より引用)

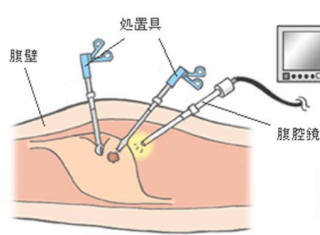
	N0	N1	N2	N3
T1 (M) >2.0cm	I A EMR (分割切除) EMR (切開切除法) EMR 不完全例に対する レーザー治療など	I B 腹腔鏡補助下切除	II	IV 拡大手術 (合切・郭清) 減量手術 化学療法 (全身・局所) 温熱化学療法
T1 (SM)	I A 局所・分節切除 腹腔鏡下局所切除 腹腔鏡補助下切除			
T2	I B 腹腔鏡補助下切除	II 術後補助化学療法	III A 術後補助化学療法	
T3	II 術後補助化学療法 術前化学療法	III A 拡大手術 (郭清) <sup>1)</sup> 術後補助化学療法 術前化学療法	III B 拡大手術 (郭清) 術後補助化学療法 術前化学療法	
T4	III A 化学療法 術前化学療法 術後補助化学療法 放射線療法	III B 拡大手術 (合切・郭清) <sup>1)</sup> 化学療法 術前化学療法 術後補助化学療法		
H1, P1, CV1, M1, 再発				

1) 拡大手術 (郭清)：拡大リンパ節郭清を意図した拡大手術。  
 拡大手術 (合切・郭清)：他臓器合併切除と拡大郭清を行う拡大手術。

日本胃癌学会による『胃癌治療ガイドライン』では、腹腔鏡下手術は縮小手術と位置づけられ、日常診療の適応として早期胃癌に限っている。これは、手技の安全性や長期成績がまだ十分示されていないためと思われる。しかしながら、手技の安定化に伴って適応が拡大する傾向にあり、前述のガイドラインでも臨床研究として進行癌 T2N0, T2N1までを適応としている。

##### 2) 腹腔鏡下手術の方法

#### 鏡視下手術



<腹腔鏡下胃切除術>

腹腔鏡(ふくこうきょう)下切除術は手術のダメージを最小限にし、開腹手術に劣らない成績を期待した手術法。腹壁に数か所小さな穴を開けて、腹腔鏡と電気メスなどを入れてモニター画像を見ながらがんを切除する。開腹手術に比べて、傷が小さく出血も少ないうえ、周りの他の臓器が外部の空気にふれなくてすむというメリットがある。しかし、遠隔操作であるため、腹腔内での操作範囲に限界があること、臓器、血管の損傷が起こりうること、また、その損傷に気づきにくいことなどの技術の難しさがある。

##### 3) 胃癌の腹腔鏡下手術の日本における増加

#### 胃癌の内視鏡手術

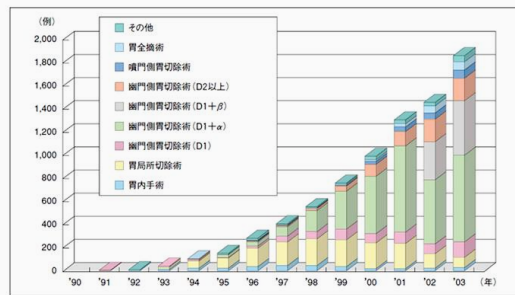
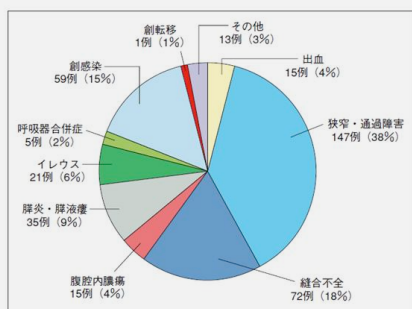


図5 胃癌に対する内視鏡外科手術

アンケート調査結果によると、1991年から2003年12月までに約7,800例の胃癌症例に腹腔鏡下手術が行われている(図5)。その中で、リンパ節郭清を伴うLADG症例がもっとも多く、次いでリンパ節郭清を伴わない胃局所切除術である。厚生労働省がん研究助成金研究班(北野班)での検討の結果、無再発5年生存率は早期癌で99%以上、進行癌(T2N0, T2N1)症例で90%以上と良好な結果であった。

#### 4) 腹腔鏡下手術の副作用

### 胃癌の内視鏡手術の副作用



JSESのアンケート調査結果によると術後合併症は7.3%であった。その内訳は、図6のごとく吻合部狭窄・通過障害(38%)や縫合不全(18%)のような吻合部に関するものが半数以上を占めていた。続いて創感染、肺炎・胆汁瘻の順であった。しかしながら、これらの頻度は従来の開腹手術と比べ、けっして高い値ではないと思われる。

図6 術後合併症 [文献2]より引用

- Q : がんの減量手術とは何か？  
癌の姑息手術とは何か？

## 5. がんの減量手術や姑息手術

### 1) 意義

根治手術が望めない晩期症例に行う手術は非治療手術と呼ばれる。

非治療手術：減量手術 (reduction surgery)

緩和手術 (姑息手術：palliative surgery)

減量手術は肝転移や腹膜転移などの非治療因子を有し、かつ、出血、狭窄、疼痛など腫瘍による症状のない症例に対して行われる胃切除術のことであり、明らかなエビデンスはないものの胃切除によって腫瘍量を減らし、症状の出現や死亡までの時間を延長するのが目的である。

緩和手術は切除不能の転移巣は存在するが、出血、狭窄、低栄養などの切迫した症状を改善するために行う手術のことである。

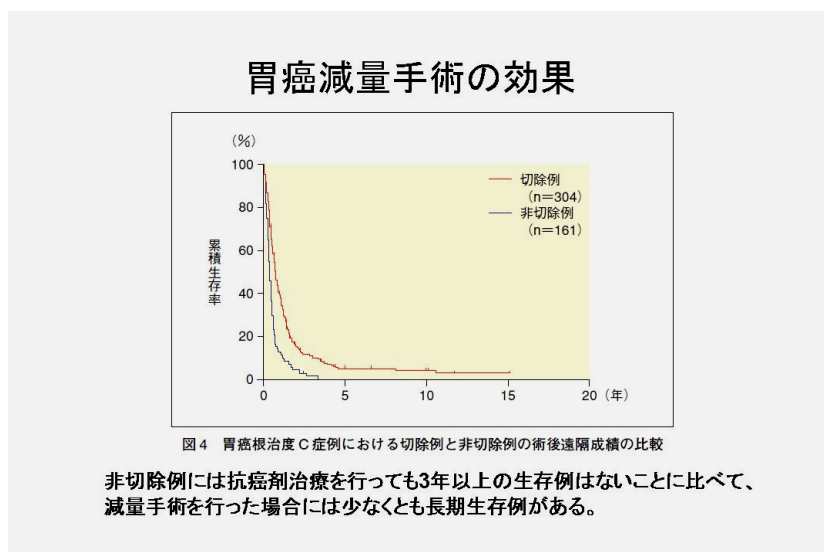
### 2) 胃癌の減量手術

### 胃癌の姑息手術 (減量手術)

図1 左上腹部内臓全摘術のシエマ  
[磯崎博司, 他: スキルス胃癌の外科治療 (13), 曾和敏生, 他編, スキルス胃癌—基礎と臨床, 医薬ジャーナル社, 大阪, 1997, p185-98より引用]

非治療因子があっても『胃癌取扱い規約』第12版におけるP1, 容易に切除可能なH1, およびP0, cy1について、左上腹部内臓全摘術を含めた他臓器合併切除を行う方法。

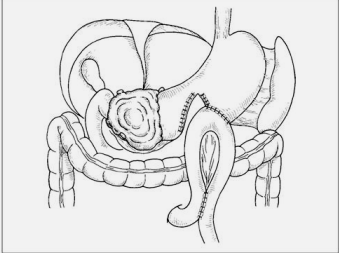
### 3) 胃癌減量手術の効果





#### 4) 胃癌の姑息手術

### 胃癌の姑息手術 (バイパス手術)



胃を体部で部分的に切離し、空置的胃空腸吻合を行う手術法を採用すると、明らかに食事量の増加がみられるようになった。このように、経口摂取の改善によって一時退院の促進、在宅期間の延長が可能となり、さらに栄養状態の改善によって延命に寄与する可能性も考えられる。

図5 胃癌に対する姑息手術（空置的胃空腸吻合術）

#### 5) 胃癌の姑息手術の効果

### 胃癌の姑息手術の予後

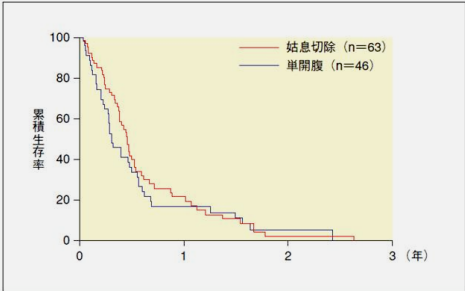


図6 胃癌に対する姑息切除と単開腹症例の術後遠隔成績の比較

しかしながら、バイパス手術と単開腹症例の比較では両者の遠隔成績に差はなかった、

スライドにてステント挿入や消化管狭窄に対する姑息手術を示す。

Q ; 食道癌を例に術後のフォローアップの注意点は何か？

## 8. 手術後の follow up

### 1) 食道がんの follow up

**手術後の再発**  
(食道癌術後のFollow up)

表1 食道癌術後フォローアップのポイント

<ul style="list-style-type: none"><li>●手術時のリンパ節郭清範囲や程度を認識しておく</li><li>●肝、肺、骨、脳などの血行性転移の頻度が高い</li><li>●転移巣は cystic に描出されることがある</li><li>●術後咽喉頭癌を発生する頻度が高いため、術後内視鏡検査では咽喉頭領域、残存頸部食道の観察を忘れない</li><li>●術後の内視鏡観察では挙上胃癌の発生に注意し、早期のうちに発見して内視鏡的治療ですむよう心がける</li><li>●血液検査ではSCC, CYFRA, CEAなどの腫瘍マーカーとともにCaの採血を忘れない</li></ul>
--

### 2) 他臓器重複癌の発生

## 食道癌における他臓器重複癌

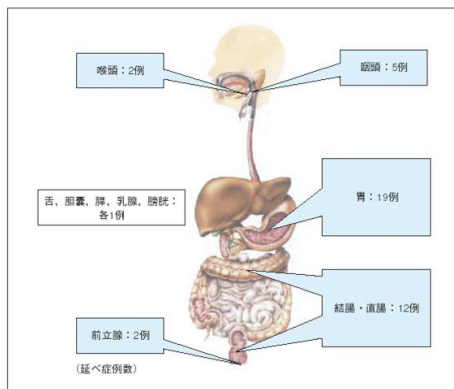


図3 食道癌における他臓器重複癌の内訳

他臓器重複癌の頻度は2001年までに経験した食道癌切除252例中37例あり、約15%に上る。食道癌ではとくに「挙上胃癌」や「咽喉頭癌」の頻度が高い。食道癌手術では再建臓器として標準的に胃が用いられるため、挙上胃のフォローアップは非常に重要である。近年、胸腔内吻合や後縦隔経路で再建される頻度が多くなっているようであるが、われわれは挙上胃癌再手術の可能性まで考えて再建経路は「胸骨後」を第一選択としている。胸骨後再建の場合には開胸することなく胸骨縦切開により挙上胃にアプローチできるからである。

## 1. 放射線治療の基礎

### 1) 基礎

Q:放射線のみで癌を治すことは可能か？

Yes or No？

根拠は？

# 放射線治療

## 放射線治療の基礎

### 1. 腫瘍の局所制御

放射線治療では線量さえ十分投与すればがんは100%治しうる。

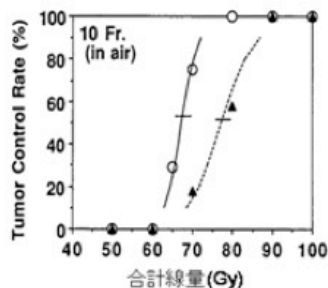
### 2. 正常組織の急性反応

例えば60Gy程度の照射をすると照射開始10-14日ぐらいでマウスの下肢皮膚は放射線皮膚炎を起こすが、照射終了後2-4週間でほぼ治癒する。あてる場所で異なる炎症が出現。

### 3. 正常組織の晩期障害

8Gy x 10回の照射を行うとマウス腫瘍は100%治癒すると述べたが、この時マウスの足は萎縮し、指はとけてなくなっている。

TCD-50 assay:  
マウス乳癌移植腫瘍:直径 5 mm



6Gy x 10回の照射を行った場合合計線量は60Gyとなり、局所制御率は0%(すなわちマウス腫瘍は1つも治癒しない)であるのに対し、7Gy x 10回の照射では合計線量70Gyで局所制御率は約50%、さらに8 Gy x 10回の照射では合計線量80Gyとなりマウス腫瘍は100%治癒する。

つまり、放射線は量さえ増加すればすべての細胞を殺すことは可能である。しかしながら、同時に正常細胞も殺されてしまう。したがって、正常細胞を殺さない線量で効果の出る癌のみが対象となる(昔の考え方)。

## 2) 放射線治療の方法

- (1) 外部照射
- (2) 内部照射

## 放射線治療の方法

放射線治療には、大きくわけて体の外から放射線をあてる外部照射と、体の中に放射線のでる物質を入れて治療する内部照射とがある。

### 1. 外部照射

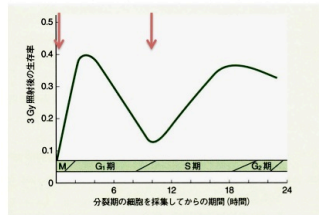


### 2. 内部照射



## 3) 細胞周期と放射線治療

## 細胞周期と放射線治療



赤の矢印の時期には放射線照射後の細胞生存率が低く、感受性が高いことがわかる。

細胞は分裂を繰り返して増殖するが、分裂から次の分裂までを細胞周期と呼ぶ。細胞周期と放射線感受性の関係では、G1期(DNA合成準備期)からS期(DNA合成期)になる時期とG2期からM期(分裂期)で感受性が高い。

### 4) 動物細胞の放射線感受性を決定する因子

- ・細胞分裂の頻度の高いものは感受性が高い。
- ・将来行うはずの細胞分裂の回数の多いものほど感受性が高い。
- ・形態および機能が未分化なものほど感受性が高い。

Q: 放射線感受性の高い臓器はどれか(2つ以上)?

放射線感受性の低い臓器はどれか(2つ以上)?

## 5) 正常組織の放射線感受性

正常組織の放射線感受性

放射線感受性	組織
高	骨髓
	卵巣
	精巣
中等度	水晶体
	腎臓
	大腸
	粘膜
低	筋肉
	神経
	骨

細胞再生系に属する組織で分裂が盛んであるために感受性が高い

血管内皮細胞の放射線障害に基づく血行障害によって実質細胞が壊死する

## 6) 腫瘍細胞の放射線感受性

### 腫瘍細胞の放射線感受性

表2 腫瘍致死線量 (95%コントロール線量)

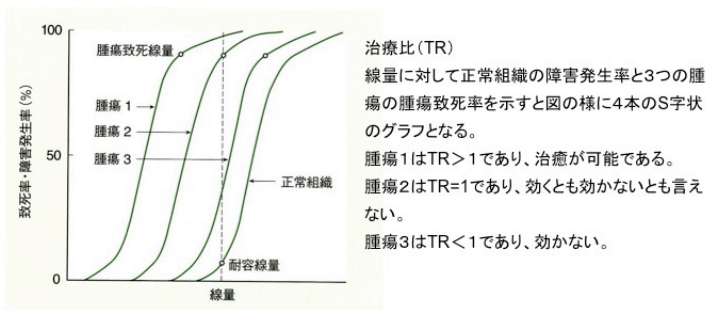
線量 (Gy)	腫瘍	病期
35	精上皮腫	N0
	ウィルムス腫瘍 (Wilms tumor)	T0 (手術後)
	神経芽細胞腫	T1-T3
40	ホジキン病 (Hodgkin disease)	N0
	リンパ肉腫	N0
45	精上皮腫	N+
	ホジキン病	N+
	組織球性細胞肉腫	N0, N1
50	皮膚がん (基底細胞がん, 扁平上皮がん)	T1
	転移性リンパ節	N0
	扁平上皮がん (子宮, 膣部など)	N0
	胎児性がん	N0
	乳がん, 卵巣がん	N0 (手術後)
	組織球性細胞肉腫	T6
	髄芽細胞腫	T1-T3
網膜芽細胞腫	T1-T3	
60-65	未分化胚細胞腫 (Ewing sarcoma)	T3-T4
	喉頭がん (1 cm未満)	T1
	乳がん, 腫瘍摘出 (T1)	T0
	皮膚がん (扁平上皮がん)	T2-T3
	口腔がん (2 cm未満, 2-4 cm)	T1
70-75	喉頭, 喉頭がん	T2
	膀胱がん	T1-T2
	子宮頸がん	T2
	子宮体がん	T2
	卵巣がん	T2
	転移性リンパ節 (1-3 cm)	T1-T3
80	肺がん (3 cm未満)	T1
	頸部がん	T3-T4または巨大腫瘍
	乳がん	T3-T4または巨大腫瘍
	神経芽細胞腫 (神経芽腫)	T3-T4または巨大腫瘍
	悪性黒色腫	
	軟部肉腫	
	転移性リンパ節	N3または巨大腫瘍
甲状腺がん		

(Rubin P. et al: Principles of radiation oncology and cancer radiotherapy. Clinical Oncology, 7th ed. Rubin P (ed). p72. Philadelphia W.B.Saunders 1993)

1. 感受性が高いということと、病気が治癒しやすいということは同じではない。精上皮腫、ウィルムス腫瘍、神経芽細胞腫は高感受性だが、これらでは早期の転移が生じるため、局所は治癒するが、生存率は高くはない。
2. 乳癌は比較的感受性が高い方であり、乳房温存手術後の放射線化学療法などで応用される。

## 7) 放射線治療の効果を定める要因

### 放射線治療効果を定める要因



治療比を高めるような条件を以下に設定できるかに治療効果はかかっている。以下のような条件が治療比に影響する。

1. 酸素濃度
2. 温熱療法
3. 放射線増感剤と防護剤

## 8) 腫瘍組織の酸素濃度

## 腫瘍組織の酸素濃度

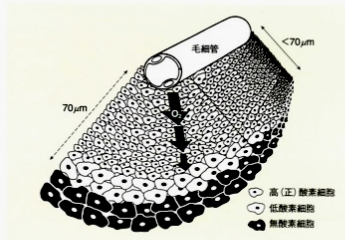
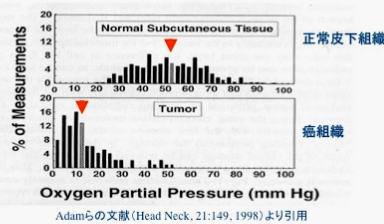


図5 酸素拡散

がん組織では毛細血管から拡散する酸素はがん細胞の呼吸に必須であるが、毛細血管から約70-100 $\mu\text{m}$ 離れると酸素が届かずに細胞死に陥る。

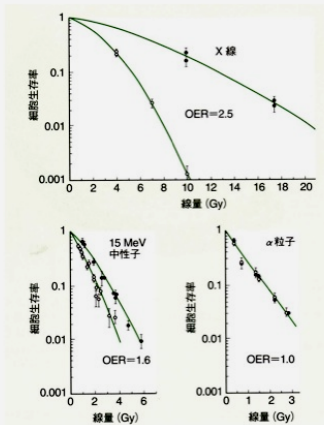


癌組織ではがん細胞の成長ともなって血管からの距離が遠くなって酸素濃度が低下する。

Adamらの文献(Head Neck, 21:149, 1998)より引用

## 9) 酸素濃度と放射線感受性

### 酸素濃度と放射線感受性

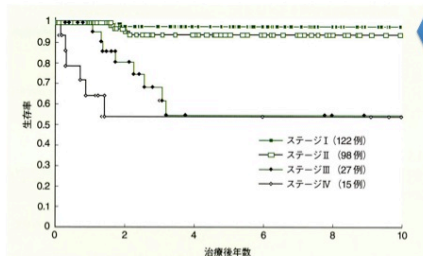


種々の放射線の酸素増感率(OER) 培養細胞に無酸素下(●)、純酸素下(○)で種々の放射線を照射して得られた生存率曲線。X線ではOERが2.5と大きく、 $\alpha$ 粒子は1と小さかった。したがってX線照射は酸素濃度が重要な感受性決定因子となる。

## 2. 放射線感受性の高い癌

### 1) 喉頭がん

#### 放射線治療の効果(効果の高い癌)



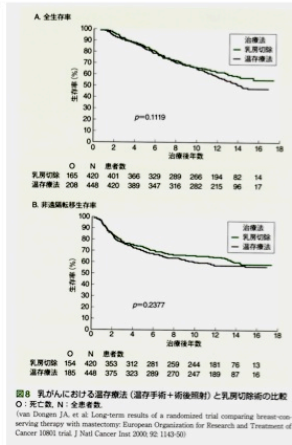
Stage IやIIで放射線療法単独にて90%以上の5年生存率が得られる。

図7 喉頭がんの累積生存率(原病生存率)(東京女子医大のデータ)(唐澤久美子ほか:喉頭 癌放射線治療(癌の臨床別冊),大川智彦(編),p530,東京:藤原出版;1995)

頭頸部がんには扁平上皮癌が多く、放射線治療がよく用いられる。喉頭がんの早期では、放射線治療後の生存率が非常に高く、放射線単独治療が第1選択になっている。

### 2) 乳癌

## 放射線治療の効果(効果の高い癌)その2



乳癌では早期発見例の増加に伴って、非拡大手術、たとえば区域乳房切除術などの温存療法が主体となっている。乳房切除術と比べても、温存療法+放射線療法の成績が変わりないものとなっている。

### 乳房温存術後の放射線治療

#### 乳房温存手術後の放射線照射

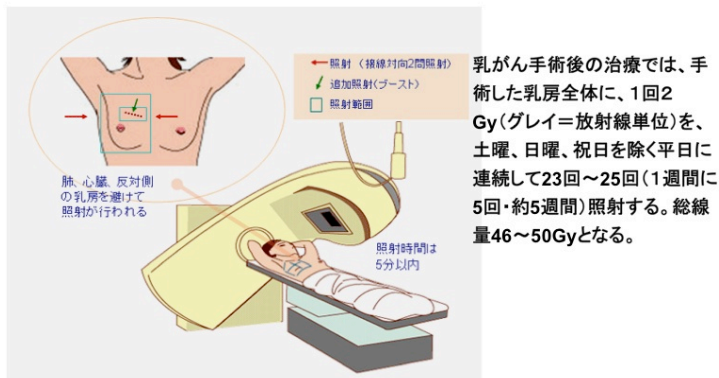
乳房温存手術では、残した乳房の中に目では見えないほどの微小ながん細胞が散在している可能性がある。それを殺傷するために、手術後に放射線治療を行い乳房内再発(局所再発)を予防する。この照射で、乳房内の再発を1/3~1/10に減少できると報告されている。

このように乳房温存手術と放射線治療をセットにしたものが、「乳房温存療法」です。



### 乳房温存術後の放射線治療の実際

#### 乳房温存手術後の放射線照射の実際



## 3. 放射線化学療法

### 1) 上咽頭癌

## 放射線療法と化学療法の併用

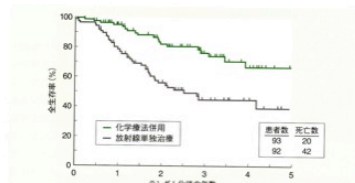


図10 上咽頭がんステージIII, IVに対する放射線単独治療と化学療法併用の比較 (Al-Sarraf M. et al. Chemoradiotherapy versus radiotherapy in patients with advanced nasopharyngeal cancer: Phase III randomized intergroup study 9909. J Clin Oncol 1998; 16: 1310-7)

上咽頭癌の進行例では、放射線単独治療に比較してCDDP+5-FUの化学療法併用が効果的である。

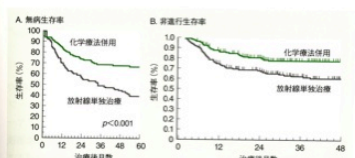
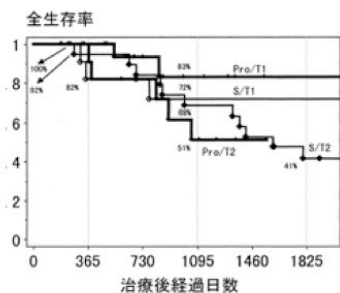


図11 子宮頸がん温存療法における放射線単独治療と化学療法併用の比較 (Morris M. et al. Pelvic radiation with concurrent chemotherapy compared with pelvic and para-aortic radiation for high-risk cervical cancer. N Engl J Med 1999; 340: 1122-42; Keys HM. et al. Cisplatin, radiation, and adjuvant hysterectomy compared with radiation and adjuvant hysterectomy for bulky stage II cervical carcinoma. N Engl J Med 1999; 340: 1154-61)

子宮頸癌の局所進行例で温存手術後の放射線単独治療とCDDPを中心とした化学療法併用療法を比較すると、併用群が圧倒的に予後良好という結果が得られる。

## 2) 食道癌

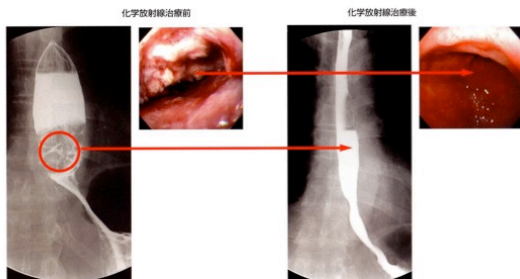
### 化学放射線療法



T1(癌の進行が粘膜下層までにとどまっている)-T2食道癌(癌の進行が食道壁の筋層までにとどまっている)という比較的早期の食道癌患者さん66名を対象に化学放射線療法群(Pro)36名(5-FU+CDDP+radiation)と手術療法群(S)30名にわけて生存率を比較検討した。(天理よろず相談所) 図から明らかなように、両群の治療成績に明らかな差はない。

食道癌という限られた癌腫が対象ではあるが、化学放射線療法が手術と差のない良好な予後をもたらすことが明確となった

### 食道の化学放射線治療の効果



食道がんの手術療法は従来、唯一の治癒を目指す食道癌治療法であったが、高頻度(3-10%)の手術死、術後肺炎や神経麻痺などの合併症、通過障害といった後遺症の問題を抱えていた。最近早期の食道癌であれば、化学放射線療法と手術療法の予後はほぼ同じと行った報告が出されるようになった。進行癌でも5年生存率が50%と良好な成績が報告されている。

## 4. 放射線治療(機器)の進歩



## 放射線治療の進歩

空間的線量分布の改善 CTシミュレーション、PET/CTシミュレーション

原体照射

術中照射

192-Ir 高線量率小線源治療

125-I 前立腺がん永久挿入術

強度変調放射線治療 (IMRT)

脳および体幹部定位放射線治療

時間的線量分布の改善 加速過分割照射

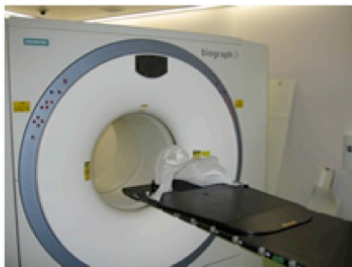
放射線像管法の進歩 化学放射線療法

温熱療法、放射線増感剤

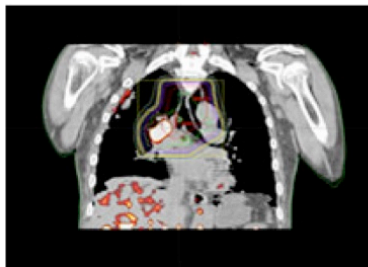
空間的線量分布の改善: がん病巣に集中させて正常組織へ照射しない方法の改善  
いずれも正常組織への副作用軽減をはかり、腫瘍組織への十分な放射線照射量を確保するための方法である。

### 1) PET-CT シミュレーション

#### PET-CTシミュレーション



PET-CTシミュレーター

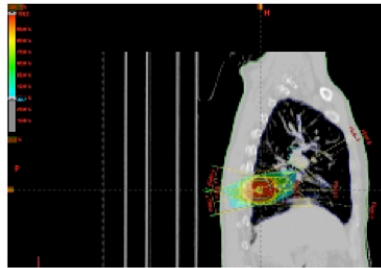


PET-CT画像に基づく治療計画

治療計画も二次元から三次元となり、PET-CTを用いた画像を基にする  
PET-CTシミュレーションも可能となっている。

### 2) 定位放射線治療

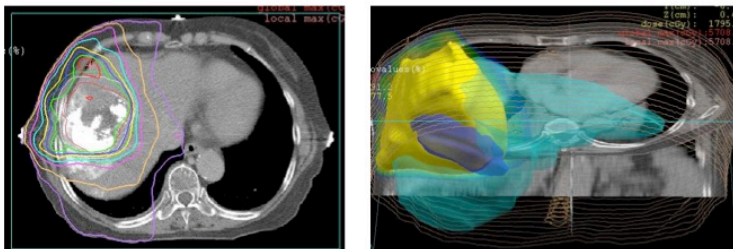
#### 定位放射線治療



転移性肺がんに対する体幹部定位放射線治療の線量分布図: 肺腫瘍  
にピンポイントで線量集中が行なえる。

### 3) 強度変調放射線治療

## 強度変調放射線治療



原発性肝がんに対するIMRTの線量分布と立体表示

肝がんにはこれまで放射線治療はあまりおこなわれてこなかった。それは、肝臓の組織は放射線に比較的弱いとされていたためである。従来の肝臓への放射線照射は全肝照射といわれる肝臓全体に照射する方法が多く、その場合は放射線治療の線量の半分くらいの線量(30 Gy位)でも重篤な肝障害が生じることがあり腫瘍をコントロールする線量(50Gy以上)にははるかに及ばなかった。しかし、肝がん自体へは放射線の効果は高く、正常肝への障害を抑えることができれば非常に有効な治療法といえる。IMRTでは図のように腫瘍に局限した照射が可能になる。