

# 周術期心事故のリスクファクター

外 須美夫\*

## 周術期心事故の頻度

### 1) 欧米の周術期心事故 (表 1)

1970年代, Goldman ら<sup>1)</sup>は一般外科, 整形外科, 泌尿器外科の40歳以上の患者の周術期心臓死を1.9%と報告した。さらに1980年代, Foster ら<sup>2)</sup>は, 血管外科や開腹手術など比較的大きな手術における冠動脈疾患のない患者の心臓死は0.5%, 冠動脈疾患のある患者の心臓死は2.4%と報告している。1990年の米国の前向き, 無作為 (麻酔薬の選択に関して) の多施設研究の報告<sup>3)</sup>によると, 18歳以上の患者で全身麻酔下で待機手術を受けた17201人中19人が病院内で死亡し, そのうち心臓死は9人 (うち1人が肺塞栓) であった。これからすると, 周術期心臓死は5例/1万の発生頻度である。

### 2) 本邦の周術期心事故

日本麻酔学会手術室安全対策委員会は, 1998年11月に「麻酔関連偶発症調査1996」を発表した<sup>4)</sup>。調査対象は麻酔指導病院697病院で, 麻酔科管理

手術のみの55万症例の分析である。1施設の麻酔科管理症例の平均が約1700例であるから, 中大規模の病院に限られた統計である。本報告によると, 偶発症としての心停止の発生率は1万例につき7.5例, 死亡率は4.0例/1万である。すなわち, 手術室では約1300例に1例の割合で心停止が発生し, 約2500例に1例の割合で心停止後7日以内に死亡している。この心停止の主原因は手術が35%, 大出血, 循環血液量低下が24%, 心筋梗塞, 冠縮, 冠虚血が10%, 重症不整脈9%, 塞栓4%と続く (図1)。主原因の上位二つは手術操作が関係しており, これらによる死亡はいわゆる心臓死とはいいがたい。あとに続く心筋梗塞, 重症不整脈および塞栓がいわゆる心臓死に繋がる循環器系因子で, 全体の約25%を占めている。すなわち, 循環器系因子が原因となっている心停止は2例/1万, それによる死亡は0.6例/1万である。また, 心停止以外の偶発症 (高度低血圧や高度低酸素血症) が循環器系因子を原因として発生する割合は4例/1万であり, それによる心臓死は0.4例/1万である (表2)。

麻酔のみが関連する心停止は, 約1例/1万であり, それによる死亡は約10万例に1例である (表3)。麻酔のみが関連する心停止の主原因は, 重症不整脈16%, 心筋梗塞10%となっており, 循環器系因子が26%を占める。ただし, 薬物過量や看視不十分などヒューマンファクターをまとめると主原因の約40%に達する。麻酔のみが関連する心停止以外の高度低血圧や高度低酸素血症での死亡も約10万例に1例ある。

本報告を要約すると, 周術期の心筋梗塞, 重症不整脈および塞栓といった重篤な循環器系偶発症の発生頻度は6例/1万, そのうち心停止が2例/1万発生する。そして, 周術期の心臓死の発生頻

表 1 欧米の周術期心臓死の発生頻度

Goldman ら (1977)	一般外科, 整形外科, 泌尿器外科の40歳以上の患者	1.9%
Foster ら (1986)	冠動脈疾患のない患者	0.5%
	冠動脈疾患のある患者	2.4%
Forrest ら (1990)	18歳以上の患者で全身麻酔下で 待機手術	0.05%

\*北里大学医学部麻酔科

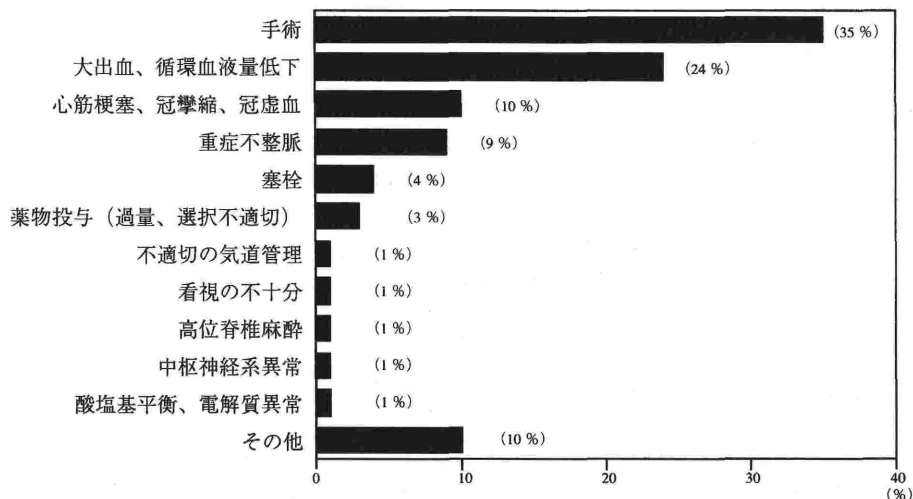


図1 周術期心停止の主要原因。麻酔関連偶発症調査1996 (文献<sup>4)</sup>より改変して引用)

表2 わが国の周術期心臓死の発生頻度

心停止偶発症 (死亡)	7.5例 / 1万例 (4例 / 1万)	} いわゆる周術期心臓死の発生頻度 1例 / 1万
循環器系因子による心停止 (死亡)	2例 / 1万 (0.6例 / 1万)	
循環器系因子による高度低血圧 (死亡)	4例 / 1万 (0.4例 / 1万)	

「麻酔関連偶発症調査1996」  
日本麻酔学会手術室安全対策委員会1998年  
(麻酔科管理手術のみ55万症例の調査報告)

表3 麻酔のみが原因の周術期偶発症

麻酔のみが関連する心停止	約1例 / 1万
それによる死亡	約10万例に1例
主要原因	ヒューマンファクター 約40% (薬物過量や看視不十分など)
	循環器系因子 26% (重症不整脈16%、心筋梗塞10%)
麻酔のみが関連する心停止以外の偶発症 (高度低血圧や高度低酸素血症)による死亡	約10万例に1例

「麻酔関連偶発症調査1996」

度は1例/1万である。

本邦の周術期心臓死には、緊急手術も含まれていることからすると、わが国での周術期心臓死の発生頻度 (1例/1万) は米国に比べてかなり低い。これにはいくつかの理由が考えられる。もっとも大きな理由は疾病構造の違いであろう。たとえば、米国の場合、虚血性心疾患患者は約1000万人であるが、日本では約14万人で2桁の違いがある。また、米国では非心臓手術を受ける2500万人の内、100万人が虚血性心疾患患者で、200-300万人が虚血性心疾患のリスクを有し、さらに400万人が65歳以上と推測されている<sup>5)</sup>。だから、日

本と米国を単純に比べることはできないし、欧米のデータを日本に当てはめたり、応用する際には相当慎重にならなければならない。

### 周術期心事故の術前リスク因子

#### 1) ASAの全身状態分類

麻酔科医の多くは、手術予定患者の総合的な術前評価にアメリカ麻酔学会 (ASA) の全身状態分類<sup>6)</sup>を採用している。ASA分類と周術期死亡率の関係<sup>3,7,8)</sup>を表4に示す。おおまかな重症度分類とその周術期死亡の危険度の推測はこれで可能であ

表4 ASAの全身状態分類と周術期死亡率

ASA 分類	周術期死亡率 (%)		
	Vacanti et al. 1970	Cohen et al. 1988	Forrest et al. 1990
クラス I	0.08	0.07	0.00
クラス II	0.27	0.20	0.04
クラス III	1.80	1.15	0.59
クラス IV	7.80	7.66	7.95
クラス V	9.40	N/A	N/A

表5 Goldmanの心臓リスク指標

(文献1より引用)

病歴	スコア
年齢>70歳	5
心筋梗塞<6ヶ月	10
理学的検査	
心音 S3 奔馬律あるいは頸静脈の怒張	11
有意な大動脈弁狭窄症	3
心電図	
術前の最終心電図で、上室性期外収縮を含む洞性調律以外のリズム	7
1分間に5個以上の心室性期外収縮	7
一般状態	3
血液ガス異常 (Po <sub>2</sub> <60, Pco <sub>2</sub> >50), 電解質異常 (K <sup>+</sup> <3), 腎不全 (BUN>50, Cr>3), 肝疾患, あるいは心疾患以外で寝たきり状態	
手術	
開腹, 開胸, あるいは大動脈手術	3
緊急手術	4
全スコア = 0 - 53	
Goldman 分類	スコア
1	0 - 5
2	6 - 12
3	13 - 24
4	>25

表6 Goldmanの心臓リスク指標以後

Detskyの心臓リスク指標(文献9):

Goldmanの心臓リスク指標に高度狭心症と大動脈弁狭窄症が高リスクとしてプラス

Eagleの低リスク因子(文献10):

低心リスク因子として、狭心症、心筋梗塞、糖尿病、うっ血性心不全の無いこと

Coopermanの方程式(文献11):

リスク因子として狭心症、うっ血性心不全、不整脈、心筋梗塞の既往、脳血管障害、心電図異常

Eagleの方程式(文献12)

リスク因子として年齢、狭心症、心電図Q波、心室性不整脈、糖尿病、ジピリダモールによる心電図虚血性変化、タリウム再分布

Yeagerの低リスク因子(文献13)

低心リスク因子として、狭心症、心筋梗塞、うっ血性心不全の既往が無いこと

性あるいは上室性不整脈以外のリズム(7点)、5個/分以上の心室性期外収縮(7点)、70歳以上(5点)となっており、うっ血性心不全と心筋梗塞をとくに高リスクとしている。また、患者側のリスクのみでなく、手術リスクも加味しており、緊急手術(4点)、開腹、開胸あるいは大動脈手術(3点)となっている。

Goldmanの心臓リスク指標は総合スコアにより4段階に分類されている。そして、スコア13点以上25点以下(クラスIII)で11%に、また26点以上(クラスIV)で22%に生命を脅かす合併症が生じ、心臓死はクラスIIIで2%に、またクラスIVでは56%にも発生する。このことから、GoldmanはクラスIVでは救命手術のみを行うべきであるし、クラスIIIでは心循環器系の精査が必要であると述べている。また、全スコア53点のうち、28点が内科的治療や待機期間をのばすことによってコントロール可能であるから、緊急性がなければ延期すべきであると結論づけている。

るが、患者の心事故のリスク評価はできない。

2) Goldmanのリスク分類と心事故発生率

心臓リスクを多因子解析し、周術期心臓死の発生率と各因子の関連を最初に明確にしたのは、Goldmanの心臓リスク指標(表5)<sup>1)</sup>である。これは20年以上前に発表されたものであるが、その価値は現在でも失われていない。スコアの高い順に心臓リスク因子を挙げると、うっ血性心不全徴候(11点)、6カ月以内の心筋梗塞(10点)、洞

3) GoldmanからACC/AHAのガイドラインまで(表6)

Goldmanの心臓リスク指標を修正したものがDetskyの心臓リスク指標<sup>9)</sup>である。Detskyの指標では、高度狭心症(カナダ心臓病学会狭心症機能分類、クラスIV、IV)と大動脈弁狭窄症が高リスク因子として加わった。その後も、いくつかの心臓リスク因子が検討された。Eagle<sup>10)</sup>は、血管外

科手術患者の臨床徴候から低リスク因子として、狭心症、心筋梗塞、糖尿病、うっ血性心不全が無いことを挙げている。Cooperman の方程式<sup>11)</sup>では、リスク因子として狭心症、うっ血性心不全、不整脈、心筋梗塞の既往、脳血管障害、心電図異常が取り上げられ、Eagle の方程式<sup>12)</sup>では、リスク因子として年齢、狭心症、心電図Q波、心室性不整脈、糖尿病、ジピリダモールによる心電図虚血性変化、タリウム再分布が用いられている。また、Yeager<sup>13)</sup>は低心リスク因子として、狭心症、心筋梗塞、うっ血性心不全の既往が無いことを挙げている。

これらの中でほぼ共通する心臓リスク因子は、心筋梗塞の既往とうっ血性心不全であり、独立したリスク因子として心筋梗塞後早期とうっ血性心不全(既往ではなく現症として)のみが周術期心合併症の発生に有意に関与するといわれている<sup>14)</sup>。それ以外の心臓リスク因子は周術期心合併症発生の必ずしも有意な因子とは言いきれない。

4) ACC/AHA の周術期心血管評価ガイドライン

(1) 概略

ACC/AHA (アメリカ心臓病学会とアメリカ心

臓協会)は1996年、非心臓手術のための周術期心血管評価ガイドラインを発表した<sup>15)</sup>。これを作成した背景には、心疾患患者がわが国より圧倒的に多い米国で、術前評価に用いられる諸検査に膨大な医療費が費やされているため、明らかな効果が認められない検査や試験を省こうとする経済事情がある。

ガイドラインでは、臨床的重症度と手術侵襲の程度と活動能力の違いによって選択が分かれる。患者の重症度は臨床予測因子から重症、中等症、軽症の三群に分類され、手術侵襲の程度すなわち手術リスクは高、中、低の三つに、活動能力は中等度以上か低下の二群に分かれる。患者は図2に示す規準に沿ってフローチャートを進む<sup>15,16)</sup>。

臨床予測因子が重症の場合は、緊急手術以外は手術を見合わせる。臨床予測因子が中等症以下なら患者の活動能力によって選択する。もし、活動能力が低下しているなら、手術リスクに関わらず非侵襲的検査を受ける。活動能力が維持されているれば、手術リスクに応じて非侵襲的検査を受けるか、そのまま手術かに分かれる。また、臨床予測因子が軽症で活動能力が維持されているても、大リスク手術なら非侵襲的検査を受ける。

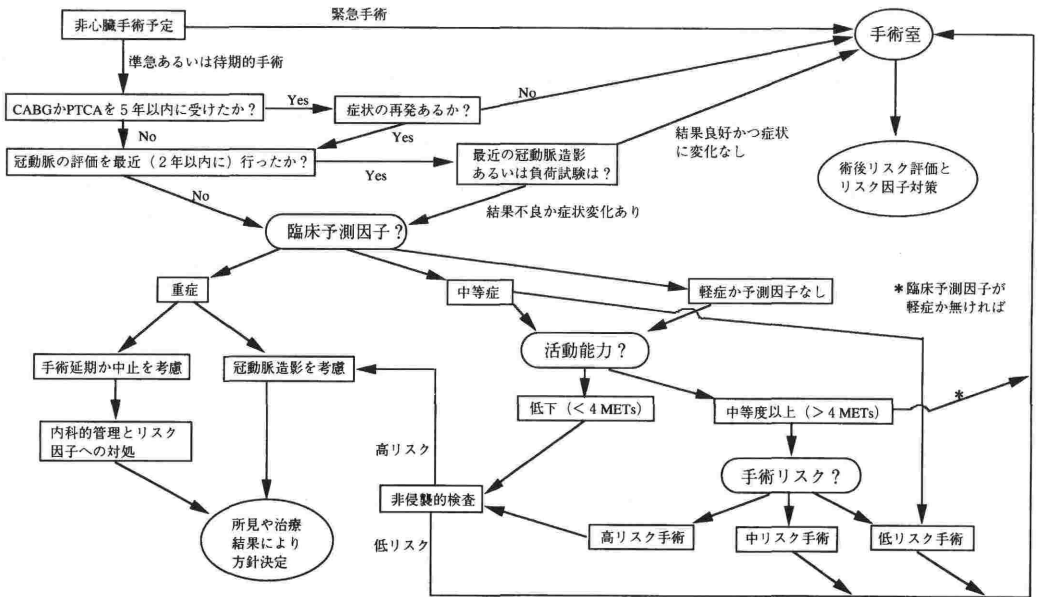


図2 非心臓手術患者の周術期心血管評価。(文献<sup>15)</sup>より改変して引用)

表7 周術期心血管危機（心筋梗塞，うっ血性心不全，死亡）増大の臨床予測因子（文献15より引用）

重症：	不安定冠症候群 心筋梗塞後早期（30日以内）で臨床症状や非観血的検査上，重大な虚血リスクを有する 不安定狭心症あるいは重症狭心症（Canadian Class III or IV） 非代償性うっ血性心不全 重症不整脈 高度房室ブロック 基礎心疾患の存在と症候性心室性不整脈 難治性心室拍動を伴う上室性不整脈 重症弁疾患
中等症：	軽症狭心症（Canadian Class I or II） 病歴あるいはQ波から心筋梗塞の既往が明らか 代償性うっ血性心不全あるいはうっ血性心不全の既往 糖尿病
軽症：	高齢 心電図異常（左室肥大，左脚ブロック，ST-T異常） 心房調律以外のリズム（例えば心房細動） 活動能力低下 脳卒中の既往 未治療高血圧

(2) 臨床予測因子（表7）

高リスク因子に，不安定冠症候群，非代償性うっ血性心不全，重症不整脈，重症弁疾患を挙げている。不安定冠症候群の中に，心筋梗塞後早期が含まれている。従来，心筋梗塞後の再梗塞リスクは3カ月と6カ月で区切られていたが，ここでは30日以内を重症群とし，その後は症状や検査所見に応じて分類される。

(3) 手術リスク（表8）

大血管手術が高リスク手術に挙げられるのは当然であるが，末梢血管手術もまた高リスク手術に入る。これは，末梢血管病変のある患者は糖尿病や喫煙，高脂血症などの虚血性心臓病の危険因子を持つ可能性が高く，負荷試験が高齢や歩行障害で施行しにくいこと，さらに血管手術は時間がかかり循環血液量や体液量の変動が大きく，また血栓を作りやすいことなどからである。

(4) 活動能力

患者評価のなかでも特に活動能力が重要な位置を占める。活動能力は4 METs（安静時体酸素摂取量の4倍）を境界として，それ以上を中等度以上の活動能力，それ以下を活動能力低下とする。

表8 非心臓手術の心リスク分類（文献15より引用）

高リスク手術	（心リスクがしばしば5%以上と報告されているもの） 緊急大手術とくに高齢者 大動脈や他の大血管手術 末梢血管手術 長時間手術で大量の体液喪失あるいは出血が予想される手術
中リスク手術	（心リスクが一般的に5%未満と報告されているもの） 頸動脈内膜剥離 頭頸部手術 腹腔内および胸腔内手術 整形外科手術 前立腺手術
低リスク手術	（心リスクが一般的に1%未満と報告されているもの） 内視鏡手術 体表手術

4 METs とは，階段を昇る，地上を毎時6.4 kmで歩く，中等度のサイクリング，ジョギングをするといったレベルである。中等度以上の活動能力があるなら，高リスク手術以外は検査を必要としない。4 METs 以下なら非侵襲的な循環器系の検査

を行う。

### 周術期心臓事故を予測するための術前検査

臨床所見やルチーンの術前検査や身体的活動度からだけでは患者の心臓死リスクを正確に評価することができない時には、循環器系の精査が必要である。ACC/AHAのガイドラインでも、臨床予測因子の重症群や活動能力の低下した患者、および高リスク手術患者では非侵襲的検査から冠動脈造影までのフローチャートができています。それでは、どのような術前検査がリスクを的確に反映するだろうか。運動負荷試験（負荷心電図）、ジピリダモールタリウム心筋イメージング、ドブタミン負荷心エコー試験はいずれも心筋虚血察知や運動耐容能評価に有用であるが、それによって周術期心臓死あるいは周術期心血管系合併症の発生を予測できるかという意見が分かれています。

#### 1) 運動負荷試験（負荷心電図）

軽度の負荷により心筋虚血がおこれば当然リスクは高くなる。また、目標の負荷がかけられた場合の心電図陰性所見は低リスクと見なされる<sup>17,18)</sup>。しかし、40歳以上の待機手術患者の報告<sup>19)</sup>では、術前の運動負荷によりSTが1mm以上低下した陽性患者の16%が心筋梗塞を発症したか死亡したが、逆にSTが変化しなかった陰性患者の7%でも同様であった。このことからすると、運動負荷試験はかならずしも周術期心臓死の予測に役立つとはいえない。

#### 2) ジピリダモールタリウム心筋シンチ

正常像、固定欠損像、欠損後の再分布像の3通りの結果が得られる。Gershら<sup>20)</sup>は、正常像か固定欠損像の場合は、98%で心合併症が生じなかったことから陰性予測因子として役立ち、欠損後の再分布像が得られた患者では28%が心合併症が発生し、陽性予測因子となりうることを報告している。さらに、多くの研究者<sup>15,21~23)</sup>が術前評価としての本検査の意義を証明している。しかし、腹部大動脈手術患者でシンチ像と関係なく心合併症が発生したとして、本検査の意義に否定的な意見<sup>24)</sup>も一部提出されている。

#### 3) ドブタミン負荷心エコー試験

本試験の周術期心筋梗塞発症あるいは心臓死の陽性予測は7%から23%で、陰性予測は93%から100%となっている<sup>25~27)</sup>。Laneは<sup>25)</sup>はドブタミン負荷による壁運動異常の認められた患者では16%に周術期心合併症が発生し、壁運動に異常のない患者では心合併症がなく陰性予測は100%であったと、本試験の有用性を報告している。まだデータとして多くはないが、本試験はとくに術前に運動負荷試験ができない患者で有用な術前検査と考えられる。

### 周術期心臓事故の術中リスク因子

#### 1) 手術

Goldmanは手術リスクとして、緊急手術、開腹手術、開胸手術あるいは大動脈手術を挙げた<sup>1)</sup>。ACC/AHAのガイドライン<sup>15)</sup>では、緊急手術（とくに高齢者）、血管外科手術、および大出血を伴う手術が高リスクに、頭頸部手術、開腹手術、開胸手術、整形外科手術、前立腺手術が中リスクに挙げられている。高リスクとして共通するのは緊急手術と血管外科手術である。例えば、高齢者で、緊急の、大動脈解離の手術となるとリスクは極めて高くなる。ただし、手術リスクは施設や術者によっても当然異なってくる。例えば、動脈瘤切除術を調べたところ<sup>28)</sup>、手術件数の多い施設ではリスクが低く、件数の少ない施設ではリスクが高いという結果が得られている。

#### 2) 麻酔法

麻酔法や麻酔薬の相違によって、周術期心臓死の頻度が異なることはない<sup>29)</sup>。ただし、麻酔薬により術中の循環変化に違いが生じる可能性はある。たとえば、フェンタニール、ハロセン、イソフルレンの3麻酔薬間の術中循環変化の発生率の違いを見た報告<sup>29)</sup>によると、フェンタニールがハロセンやイソフルレンに比べて高血圧の発生頻度が高く、ハロセンでは心室性不整脈、イソフルレンでは頻脈の発生頻度が高くなっている。

#### 3) 術中の循環変化

術中の低血圧と頻脈が周術期心臓事故の予測因子になりうる<sup>14)</sup>。Steenら<sup>30)</sup>は収縮期血圧の30%以上の低下が10分以上継続した患者では心筋梗塞の再梗塞率が有意に(15%vs. 3%)高くなるこ

とを報告している。また、Raoら<sup>31)</sup>も術中低血圧が周術期心筋梗塞の発生の予測因子であることを報告している。麻酔中の心拍数の上昇(とくに110回/分以上)も有意に心筋虚血発生に関係することが報告されている<sup>32)</sup>。さらに、Slogoffら<sup>32)</sup>は心臓手術で、Raoら<sup>31)</sup>は非心臓手術で、術中の頻脈による周術期心筋梗塞の発生率上昇を示唆する報告をしている。術中の高血圧や心室機能不全や心室性不整脈は必ずしも周術期心合併症の予測因子とはいえない<sup>14)</sup>。

ま と め

周術期心臓死のリスク因子は大きく患者と手術の2つの要素にわけられる。患者側の最大のリスク因子は、心筋梗塞早期と非代償性うっ血性心不全である。狭心症や不整脈はその重症度に依存する。手術リスクは、心臓手術以外では、緊急手術、血管手術、そして大量出血手術が高リスクである。麻酔には、リスクの高い麻酔、低い麻酔という区別はない。麻酔管理はもともと、患者のリスクに応じて麻酔を選択し、周術期の侵襲から患者を防御し、周術期を安全に乗り切ることを目的としている。

付 記

なお、資料収集には文部省科学研究費補助金(基盤研究(B), 09470329)を用いた。

文 献

- 1) Goldman L, Caldera DL, Nussbaum SR, et al : Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures. *New Eng J Med* 297 : 845-850, 1977
- 2) Foster ED, Davis KB, Carpenter JA, et al : Risk of noncardiac operation in patients with defined coronary disease: The Coronary Artery Surgery Study (CASS) Registry Experience. *Ann Thorac Surg* 41 : 42-50, 1986
- 3) Forrest JB, Cahalan MK, Rehder K, et al : Multicenter study of general anesthesia. Results. *Anesthesiology* 72 : 262-268, 1990
- 4) 日本麻酔学会手術室安全対策委員会 : 「麻酔関連偶発症例調査1996」について. *麻酔* 47 : 1379-1390, 1988
- 5) National Center for Health Statistics : Vital Statistics of the United States 1980. Vol II-Mortality, Part A. DHHS Publication No. (PHS) 85-1101. Hyattsville, MD: NCHS, U. S. Public Health Service, 1985
- 6) New Classification of physical status. *Anesthesiology* 24 : 111, 1963
- 7) Vacanti CJ, Van Houten RJ, Hill RC : A statistical analysis

- of the relationship of physical status to postoperative mortality in 68,386 cases. *Anesth Analg* 49 : 564, 1970
- 8) Cohen MM, Duncan PG, Tate RB : Does anesthesia contribute to operative mortality? *JAMA* 260 : 2859-2863, 1988
- 9) Detsky AS, Abrams HB, McLaughlin JR : Predicting cardiac complications in patients undergoing noncardiac surgery. *J Gen Intern Med* 1 : 211-219, 1986
- 10) Eagle KA, Singer DE, Brewster DC, et al : Dipyridamole-thallium scanning in patients undergoing vascular surgery. *JAMA* 257 : 2185-2189, 1987
- 11) Cooperman M, Pflug B, Martin EW, et al : Cardiovascular risk factors in patients with peripheral vascular disease. *Surgery* 84 : 505-509, 1978
- 12) Eagle KA, Coley CM, Newell JB, et al : Combining clinical and thallium data optimizes preoperative assessment of cardiac risk before major vascular surgery. *Ann Intern Med* 110 : 859-866, 1989
- 13) Yeager RA, Weigel RM, Murphy ES, et al : Application of clinically valid cardiac risk factors to aortic aneurysm surgery. *Arch Surg* 121 : 278-281, 1986
- 14) Mangano DT : Perioperative cardiac morbidity. *Anesthesiology* 72 : 153-184, 1990
- 15) Committee on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery. Guidelines for Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery: Report of the American College of Cardiology / American Heart Association Task Force on Practice Guidelines: Circulation 93 : 1278-1317, 1996
- 16) 外 須美夫 : 心機能低下患者の周術期管理, *医学の歩み* 180 : 439-442, 1997
- 17) Cutler BC, Wheeler HB, Paraskos JA, et al : Applicability and interpretation of electrocardiographic stress testing in patients with peripheral vascular disease. *Am J Surg* 141 : 501-6, 1981
- 18) Arous EJ, Baum PL, Cutler BS : The ischemic exercise test in patients with peripheral vascular disease. *Arch Surg* 119 : 780-3, 1984
- 19) Carliner N, Fisher M, Plotnic G, et al : Routine preoperative exercise testing in patients undergoing major noncardiac surgery. *Am J Cardiol* 56 : 51-7, 1985
- 20) Gersh B, Charanjit S, Rooke T, et al : Evaluation and management of patients with both peripheral vascular and coronary artery disease. *J Am Coll Cardiol* 18 : 203-14, 1991
- 21) Wong T, Detsky AS : Preoperative cardiac risk assessment for patients having peripheral vascular surgery. *Ann Int Med* 116 : 743-53, 1992
- 22) Hendel RC, Whitfield SS, Villegas BJ, et al : prediction of late cardiac events by dipyridamole thallium imaging in patients undergoing elective vascular surgery. *Am J Cardiol* 70 : 1243-1249, 1992
- 23) Lette J, Waters D, Cerno M, et al : Preoperative coronary artery disease risk stratification based on dipyridamole imaging and a simple three-step, three-segment model for patients undergoing noncardiac vascular surgery or major general surgery. *Am J Cardiol* 69 : 1553-1558, 1992

- 24) Baron J-F, Mundler O, Bertrand M, et al : Dipyridamole-thallium scintigraphy and gated radionuclide angiography to assess cardiac risk before abdominal aortic surgery. *New Eng J Med* 330 : 663-9, 1994
- 25) Lane RT, Sawada SG, Segar DS, et al : Dobutamine stress echocardiography for assessment of cardiac risk before noncardiac surgery. *Am J Cardiol* 68 : 976-977, 1991
- 26) Lalka SG, Sawada SG, Dalsing MC, et al : Dobutamine stress echocardiography as a predictor of cardiac events associated with aortic surgery. *J Vasc Surg* 15 : 831-840, 1992
- 27) Poldermans D, Fioretti PM, Forster T, et al : Dobutamine stress echocardiography for assessment of perioperative cardiac risk in patients undergoing major vascular surgery. *Circulation* 87 : 1506-1512, 1993
- 28) Hannan EL, Kilburn H Jr, O'Donnell JF, et al : A longitudinal analysis of the relationship between in-hospital mortality in New York State and the volume of abdominal aortic aneurysm surgeries performed. *Health Sev Res* 27 : 517-542, 1992
- 29) Forrest JB, Rehder K, Cahalan MK, et al : Multicenter study of general anesthesia, III. Predictors of severe perioperative adverse outcomes. *Anesthesiology* 76 : 3-15, 1992
- 30) Steen PA, Tinker JH, Tarhan S : Myocardial reinfarction after anesthesia and surgery. *JAMA* 239 : 2566-2570, 1978
- 31) Rao TK, Jacobs KH, EL-Etr AA : Reinfarction following anesthesia in patients with myocardial infarction. *Anesthesiology* 59 : 499-505, 1983
- 32) Slogoff S, Keats AS : Randomized trial of primary anesthetic agents on outcome of coronary bypass operations. *Anesthesiology* 70 : 179-188, 1989