

閉塞性動脈硬化症における術前の 冠動脈病変スクリーニングの有用性

立石 渉, 中野 清治, 浅野 竜太

閉塞性動脈硬化症の冠動脈病変スクリーニングの現状を把握し、今後の術前スクリーニング方法の確立を目的とした。下肢血行再建術 78 例(70±9 歳, 男 64/ 女 14) に対しスクリーニング方法, 冠動脈病変合併率, 部位, 冠血行再建方法, 周術期合併症, リスク因子と冠動脈病変合併の関連を検討した。CAG 56 例, MDCT 22 例施行し 44 例(56%) に冠動脈病変を認めた。13 例は術前に冠血行再建施行, 同時手術 3 例, 術後に PCI 10 例施行した。18 例は内服治療を開始あるいは強化した。また, TASC 分類重症度と壁運動異常の有無が有意に冠動脈病変を合併するリスクが高い因子であった。周術期の冠動脈イベントは 1 例もなかった。冠動脈病変合併率が高く, 周術期・術後の管理を要するため, 信頼度の高いスクリーニングが必要と考え, MDCT, 心筋シンチグラフィ, CAG を施行するアルゴリズムを作成した。

KEY WORDS: peripheral arterial disease, coronary artery disease, coronary angiography (CAG), multidetector computed tomography (MDCT), myocardial perfusion scintigraphy

Tatsuishi W, Nakano K, Asano R: **Usefulness of preoperative coronary artery disease screening for patients of peripheral arterial disease.** J Jpn Coron Assoc 2010; 16: 133-138

I. はじめに

閉塞性動脈硬化症は近年の高齢化, 糖尿病患者の増加, 食生活の欧米化などに伴い, その罹患率は増加傾向にある。一般に閉塞性動脈硬化症は全身動脈硬化症の一部症で, 全身の血管に病変を高率に合併することが知られており, AHA/ACC ガイドライン等でも冠動脈病変の合併率は高いと報告されている¹⁾。しかし, 閉塞性動脈硬化症で下肢血行再建術の術前冠動脈病変に対するスクリーニングは推奨されているが, スクリーニングの手段・順序は多岐にわたり, 確立されていない。われわれは, 周術期・遠隔期冠動脈イベントの回避を目的とし, 当科における閉塞性動脈硬化症患者の冠動脈病変合併の調査と, 術前のスクリーニング法について検討した。

II. 方法と対象

2003 年 1 月より 2009 年 3 月までの間に当科で施行した閉塞性動脈硬化症の下肢血行再建術 88 例のうち, 術前に冠動脈病変を評価していない 10 例を除いた 78 例を対象とした。冠動脈未評価の理由は救肢目的緊急手術が 2 例, 造影剤アレルギーが 2 例, 高度腎機能障害が 5 例, 残り 1 例は不明であった。また, 冠動脈バイパス術 (coro-

nary artery bypass graft; CABG) の術前評価にて閉塞性動脈硬化症を合併していたものは今回の検討では除外している。

手術時年齢は 48 ~ 84 歳(平均 70±9 歳), 男性 64 例, 女性 14 例。Fontaine 重症度分類では II 度 65 例, III 度 9 例, IV 度 4 例(平均 2.2±0.53)。閉塞性動脈硬化症の病変部位・程度である TASC 分類では B 型病変が 22 例, C 型病変が 23 例, D 型病変が 33 例であった(大動脈・腸骨病変と大腿・膝窩動脈病変を合併している場合は重症であるほうに分類した)。患肢の ABI(ankle brachial pressure index) は 0.20 ~ 1.01(平均 0.63±0.17) であった(表 1)。その他の合併症を表 2 に示す。

当院では, 術前の冠動脈評価方法として, 下肢動脈造影検査と同時に冠動脈血管造影法(coronary angiography; CAG)を積極的に実施していたが, 近年は 64 列のマルチスライス CT(multidetector-row computed tomography; MDCT)を導入し冠動脈評価を施行する症例も増加している。当院での MDCT は LightSpeed VCT XT(GE Healthcare 社)を使用し, 来院時心拍数が 60 bpm 以上の場合に β -blocker(酒石酸メトプロロール)を内服している。撮影前心拍数が 65 bpm 以下で心拍変動が ± 5 bpm 内の場合, 同社の被曝低減ソフトである Step and Shoot 法(SnapShot Pulse[®])を積極的に使用し低被曝撮影を行っている。また, 高心拍・不整脈・心拍変動の大きい症例の場合には心電図同期 helical 撮影を用いることで, おおむね良好な画像構築を可能としている。通常の冠動脈スクリーニング検査における造影剤注入条件は, 体重 $\times 0.7$ ml の造影剤

東京女子医科大学東医療センター心臓血管外科(〒116-8567 東京都荒川区西尾久 2-1-10)(本論文の要旨は第 22 回日本冠疾患学会学術集会, 2008 年 12 月・東京にて発表した)(2009.6.27 受付, 2010.1.13 受理)

表1 症例(2003年1月～2009年3月)

症例数	78
年齢	70±9 歳(48～84 歳)
男/女	64/14
Fontaine 分類	
II 度	65(83%)
III 度	9(12%)
IV 度	4(5%)
TASC 分類	
B	22(28%)
C	23(30%)
D	33(42%)
ABI	0.63±0.17(0.20～1.01)

ABI: ankle brachial pressure index

表2 主な既往歴・合併症

症例数	78
高血圧症	63(80.8%)
喫煙	56(71.8%)
脂質異常症	33(42.3%)
糖尿病	26(33.3%)
脳梗塞	17(21.8%)
慢性腎不全	13(16.7%)
うち透析患者	9
肥満	7(9.0%)
不整脈	5(6.4%)
心筋梗塞・狭心症の既往	7(9.0%)
壁運動異常	6(7.7%)
心電図変化	5(6.4%)
左室駆出率低下(<50%)	4(5.1%)

脂質異常症: LDL≥140 mg/dl, HDL<40 mg/dl, TG≥150 mg/dl のいずれかを満たしているもの
慢性腎不全: eGFR<60 ml/min/1.73 m²

(iomeprol 350 mgI/ml)を12秒間で注入し心臓全体に撮影を行っている。

スクリーニングの方法は、すべてCAGもしくはMDCTを用いている。

閉塞性動脈硬化症に対する下肢血行再建術前の冠動脈評価方法、冠動脈病変部位とその頻度、冠動脈病変を有した場合の治療法の選択、周術期の冠動脈イベントについて当科での現状を調査した。そして、年齢・性別・TASC分類・Fontaine重症度分類・患肢ABI・合併症・心筋梗塞または狭心症の既往・心電図変化・壁運動異常・左室駆出率EF(ejection fraction)の低下、のそれぞれと冠動脈病変の合併との関連についてそれぞれ χ^2 検定を施行した。その結果をもとに、今後の閉塞性動脈硬化症の患者に対する術前冠動脈評価の方針について検討を加えた。

III. 結 果

冠動脈の評価方法の内訳はCAG 56例(72%)、MDCT 22例(28%)であった。MDCTで有意狭窄が疑われた7例(9%)にCAGを追加した(うち6例に有意狭窄あり)。ちなみに、当院の放射線科の読影で、1)石灰化がない、または偏在性の石灰化を有し75%以上の狭窄を有する場合、2)全周性の石灰化で内腔の評価が困難な場合、のいずれかの所見を満たしたものを、MDCTで有意狭窄の疑いとしている。また、心拍変動が激しく右冠動脈#3領域の評価が困難な症例は、CAGを推奨している。今回CAGを追加した症例は#3領域はMDCTにて十分に評価できた症例であった。

冠動脈にAHA分類75%以上の有意狭窄を認めた症例が44例(56%)であった。また、有意狭窄を認めた冠動脈部位の内訳は表3に示したとおりであった。

冠動脈に有意狭窄を認めた44例のうち、13例(30%)に対して下肢血行再建術に先立ち冠血行再建術を施行し

表3 冠動脈病変部位

病変部位	症例数(%)
冠動脈病変あり	44(56.4)
LMT(TVD・DVD・SVD含む)	3(3.8)
TVD	6(7.7)
LAD+LCX	7(9.0)
LAD+RCA	9(11.5)
LAD	6(7.7)
LCX	3(3.8)
LCX+RCA	3(3.8)
RCA	7(9.0)
冠動脈病変なし	34(43.6)

LMT, left main tract; TVD, triple vessel disease; DVD, double vessel disease; SVD, single vessel disease; LAD, left anterior descending coronary artery; LCX, left circumflex coronary artery; RCA, right coronary artery

た。内訳はCABGが4例(9%)、経皮的冠動脈形成術(percutaneous coronary intervention; PCI)が6例(14%)、CABGとPCIのハイブリッド治療が3例(7%)であった。3例(7%)は下肢血行再建術と冠動脈バイパス術同時手術を施行した。また、術後にPCIを施行したのは10例(23%)であり、残りの18例(41%)は内服治療開始、または以前に狭心症疑いで内服治療をすでに受けていた患者には内服治療の強化を施行した(表4)。内服治療は、アスピリン100 mg/日に硝酸イソソルビド40 mg/日もしくはニコランジル15 mg/日を併用した。内服強化の場合は硝酸イソソルビド・ニコランジルともに内服、または β -blockerを追加した。術前に治療した症例と同時手術を施行した症例の計16例はすべて左冠動脈主幹部(LMT)病

表4 冠動脈病変に対する治療

治療方針	症例数(%) [*]
術前治療	13(30)
術前 CABG	4(9)
術前 PCI	6(14)
術前 CABG+PCI	3(7)
同時手術	3(7)
術後 PCI	10(23)
内服治療開始・強化	18(41)

^{*}パーセントは冠動脈病変を有した症例に対する割合. CABG, coronary artery bypass graft; PCI, percutaneous coronary intervention

表5 閉塞性動脈硬化症患者における冠動脈病変を合併する因子

冠動脈病変	あり	なし	p 値
年齢 ≥70	28	20	0.664
<70	16	14	
性別 男	39	25	0.085
女	5	9	
Fontaine II	37	28	0.963
III	5	4	
IV	2	2	
TASC II B	3	19	0.001
C	14	9	
D	27	6	
患肢 ABI<0.65	32	19	0.121
≥0.65	12	15	

変, もしくは左冠動脈前下行枝(LAD)病変を有する症例であった. また, 冠動脈病変を有した症例は, 下肢血行再建術中にニコランジルと硝酸薬を投与した.

冠動脈病変を合併する因子との関連性についての結果は表5にあるとおり, TASC分類のB病変とC病変間(p=0.001), B病変とD病変間(p<0.001)のみに有意差を認めた. また, TASC病変の3群間における調査済み残査にて, B型病変:-4.8, C型病変:0.5, D型病変3.9という結果であり, 閉塞性動脈硬化症の患者においてD型病変を有する症例は有意に冠動脈病変合併が多く, B型病変を有する症例は有意に冠動脈病変合併が少ない, という結果であった. 以上よりC型・D型病変を有する症例は有意にB型病変の症例に対して冠動脈病変合併率は高いと考えられた. 既往歴・合併症との関連では, 壁運動異常を有した症例で有意差をもって冠動脈病変の合併が多かった(p=0.025). また, 糖尿病患者(p=0.052), EFが低下した症例(p=0.071)の2項目で有意差はみられなかったが, 冠動脈病変の合併が多い傾向にあった(表6).

周術期の冠動脈イベントは1例もなかった.

IV. 考 察

現在, 一般に行われている冠動脈スクリーニング検査は, 心電図, 心臓超音波検査, トレッドミル検査, エルゴメーター, MDCT, CAG, 心筋シンチグラフィ(dipyridamole 負荷心筋シンチグラフィ等), dipyridamole 負荷心電図²⁾, MRI など多種多様であり, 施設によりスクリーニングの方法が異なるというのが現状である. 閉塞性動脈硬化症の下肢血行再建術は比較的低侵襲手術である印象があるが, ACC/AHA のガイドラインでも末梢動脈手術は心臓イベントリスクで高リスク群に分類されており¹⁾冠動脈の評価の方法としては感度・特異度ともに高い検査が施行されるべきである. また, 閉塞性動脈硬化症において下肢症状を考慮するとトレッドミル検査・エルゴメーターは不適切である. 以上より, 当科ではnegative predictive value がほぼ100%であるMDCT³⁾, もしくは直接冠動脈狭窄を同定でき, 下肢動脈造影も同時に施行できるCAGを冠動脈スクリーニング検査として実施することとしている. また, 心筋シンチグラフィは虚血の有無の

表6 閉塞性動脈硬化症患者の合併症・既往歴と冠動脈病変合併の有無

合併症・既往歴	冠動脈病変		p 値
	あり	なし	
高血圧症	36	27	0.789
喫煙	32	24	0.835
脂質異常症	19	14	0.859
糖尿病	19	7	0.052
脳梗塞	10	7	0.821
慢性腎不全	7	6	0.838
肥満	4	3	0.967
心筋梗塞・狭心症の既往	5	2	0.401
壁運動異常	6	0	0.025
心電図変化	4	1	0.272
左室駆出率低下(<50%)	4	0	0.071

表5, 6ともにp値はPearsonの χ^2 検定による。ただし糖尿病のみFisherの正確検定を実施。心筋梗塞・狭心症の既往は病変の進行・新規病変がある場合にありとしている。

みでなく、部位も同定可能である。また、運動負荷が困難な閉塞性動脈硬化症のような症例でも、薬剤負荷による評価が可能であり、有用な検査であると考えられるが、当施設は心筋シンチグラフィを有していないため、スクリーニング検査として積極的に利用していない。

閉塞性動脈硬化症に合併する冠動脈病変は、合併率55%であったREACH study⁴⁾と同等の56%と高率に有意狭窄病変を有しており、その他の報告^{5, 6)}における合併率ともほぼ一致する結果を得られた。また病変部位は多岐にわたっており、部位による差はみられなかった。

冠動脈病変を合併した際の治療方針は未だに議論となる場所である。冠血行再建を要する病変を有した場合、治療方針はPCIまたはCABGが考えられる。また、治療時期は下肢血行再建術の術前、術後または下肢血行再建術と同時手術の3通りが考えられる。今回の検討では三枝病変・左主幹部病変・左前下行枝に対して、術前PCI・CABGもしくは同時手術を施行していたが、その他の病変に対する治療の定義は有していなかった。CARP (Coronary Artery Revascularization Prophylaxis) trial⁷⁾では重度の冠動脈病変を有する末梢血管疾患症例に対しての冠血行再建術は全死亡率・周術期心筋梗塞を減少させない、と近年報告されている。特にstable coronary diseaseに関しては、術前の冠血行再建は必要ないとしており、閉塞性動脈硬化症に合併した冠動脈病変に対してのルーチンでの冠血行再建は推奨されていない。

しかし、閉塞性動脈硬化症患者における死亡例41例のうち、急性心筋梗塞が13例(31.7%)であったという大橋⁸⁾の報告や、下肢血行再建術後1年未満の死亡は273例中17例(6%)で、うち9例(53%)が急性心筋梗塞、遠隔期で

も256例中101例(39%)で急性心筋梗塞による死亡が56例(55%)であったHertzer⁹⁾の報告がある。さらにREACH study⁶⁾では対象全例の心血管死2.4%、心血管イベント7.5%に比べて、閉塞性動脈硬化症患者では3.7%、10.0%と、周術期・遠隔期のイベント発生の可能性が高いことは否定できず、ガイドラインでも冠血行再建術の必要性についての検討は十分に評価するべきとされている¹⁾。その他、下肢血行再建術後に下肢の虚血が解除され、ADLが改善・運動量が増加することで、心筋の虚血が生じることもある。したがって冠動脈病変の治療方針に関しては、虚血の程度の詳細な評価が必要である。その他に、合併症、閉塞性動脈硬化症の予後(間歇性跛行患者の転帰をみると、5年生存率は約70%で、10年では50%で、生命予後は良好とはいえない¹⁰⁾)、内胸動脈の下肢動脈への側副血行路形成、など様々な観点から評価し手術内容・時期を判断するべきである。

また、今回の検討ではFontaine重症度分類のII度が65例と多く、IV度はわずか4例であったことから、すべて冠動脈病変に関しては無症状であったことから、手術時期についての検討は十分ではない可能性はある。II度の症例は症状が軽度であり手術時期に余裕があるが、特にIV度症例は下肢の症状が著明であり、早期の下肢血行再建が必要となる。一概にはいえないが¹¹⁾、そのような症例は冠動脈病変が多枝にわたり、狭窄も高度である可能性も高い¹²⁾。つまり、二次的な手術だけでなく、低侵襲である心拍動下冠動脈バイパス術との同時手術を検討する必要があると考えられる。

われわれの症例で周術期の冠動脈イベントはなかった。これは、術前に正確な冠動脈病変を把握し、冠血行

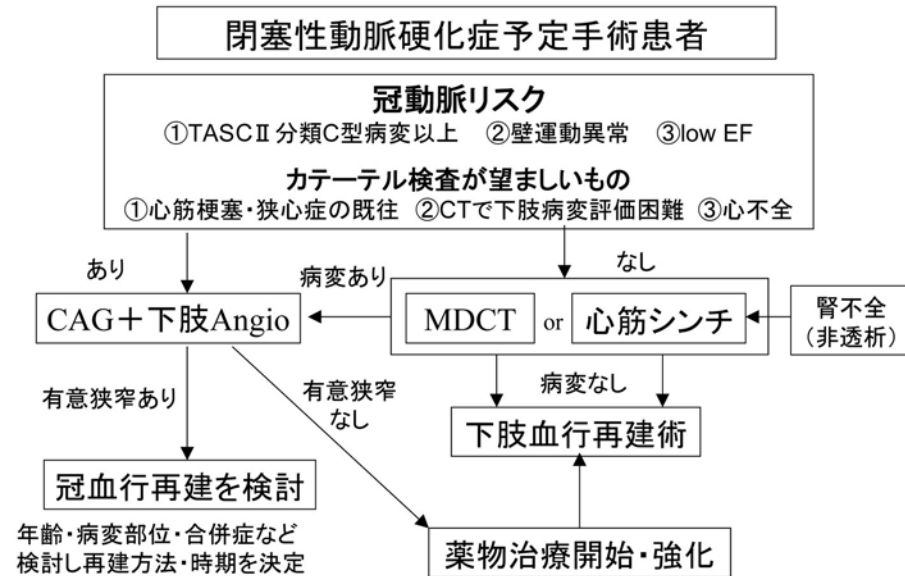


図1 当科での冠動脈スクリーニングアルゴリズム

再建の施行、もしくは術中・術後の正確な冠動脈病変に対する管理を施行することが可能であったからであると考えられる。

また閉塞性動脈硬化症患者におけるリスク因子と冠動脈病変の合併との関連を検討し、TASC病変のみに有意差がみられる結果であった。TASC病変と冠動脈病変合併に関する報告は少なく、今回の検討で最も興味深い結果であった。さらに、既往歴・合併症との関連では、壁運動異常を有した症例で有意差があった。これは心エコーにてakinesis, dyskinesis, hypokinesisの症例を壁運動異常としており、予想されうる結果であった。また、ABIと全死亡率・非致死的心血管イベントの間の関連¹³⁾、ABIの低下により閉塞性動脈硬化症患者の心血管イベントリスクをより高める¹⁴⁾、など多数の報告がある。また、糖尿病患者で有意に冠動脈病変合併率が高かったという報告もある¹⁵⁾。今回の検討で有意差はいずれもみられてはいないが、どちらも合併率は高い傾向にあり今後prospectiveに調査することで有意差が出る可能性がある。また、EFの低下も合併率が高い傾向にあった。EFの低下する原因が心筋虚血に限らないことを考慮すると、冠動脈病変合併のリスクのみでなく、心機能評価目的も兼ねてカテーテル検査を施行する必要があると考えられる。

下肢血行再建術前の冠動脈スクリーニングの方法に関しては一定した見解がない。しかし、閉塞性動脈硬化症の冠動脈病変の合併率の高さ、下肢の症状による運動制限が原因で狭心痛症状がマスクされてしまい、冠動脈病変の検出が困難であること、周術期・遠隔期における管理をするうえで冠動脈病変の存在の有無の把握が必要であること、などを考慮すると、術前のスクリーニングの重

要性は非常に大きい。MDCTの冠動脈病変検出に対する有用性に関してわれわれは報告してきており³⁾、CAGが侵襲的な検査であることを考慮するとスクリーニングの第一選択にMDCTを利用することはよいと思われる。また、心筋シンチも造影剤が不要であることや禁忌となる症例も少ないことなどメリットも多く、MDCTと並び第一選択として利用可能であると考えられる。CAGを第一選択で施行する症例は、冠血行再建を要する可能性が高い症例であるのがよいと考えられる。以上のことを踏まえ、われわれは図1のようなアルゴリズムを作成した。今回の検討から冠動脈病変合併のハイリスク群であるTASC II分類C型病変以上の症例、心エコーにて壁運動異常を有する症例、左室の収縮力(ejection fraction; EF)低下を認めるもの(EF<50%)が挙げられた。さらに、心筋梗塞・狭心症の既往(CAG後、PCI後を含む)がある場合(前回病変との比較が可能)、CTでの下肢動脈病変の評価が困難な場合(下肢動脈造影と同時にCAG施行)、心不全状態もしくは既往がある場合(心機能評価とCAG施行)はカテーテル検査を施行するほうが望ましいと考え、CAGを第一選択とすることとした。

今回の冠動脈スクリーニングアルゴリズムで挙げたりリスク因子の他の合併症・分類も、一般に動脈硬化のリスク因子であり、今後さらにprospectiveに検討する必要があると考えられる。また、施設による検査機器等の差もあるため、精度・コストなど多方面から検討してスクリーニングの方法を決定する必要がある。その他のリスク因子の評価方法として心臓評価スコア¹⁾やLeamanらによるCS(Coronary Score)を用いて^{16, 17)}リスク因子を評価することも可能かもしれない。

V. 結 語

閉塞性動脈硬化症の冠動脈病変の合併率は高く、治療を要する症例も多く存在した。したがって、下肢血行再建術の術前冠動脈スクリーニングを行うことの重要性は高く、より精度の高いスクリーニング方法が必要であると考えられる。今回の検討にて TASC II 分類 C 型以上の病変の場合、壁運動異常を有する場合、EF の低下 (EF<50%) を認める場合に、冠動脈病変合併のリスクが高いと考えられた。今後は、冠動脈スクリーニングをする際に、冠動脈病変合併の可能性が高い症例と、カテーテル検査が望ましいと考えられる症例に対しては CAG を第一選択、腎不全がある症例は心筋シンチグラフィを第一選択、その他は MDCT もしくは心筋シンチグラフィを第一選択で施行することとした。

文 献

- 1) Eagle KA, Berger PB, Calkins H, Chaitman BR, Ewy GA, Fleischmann KE, Fleisher LA, Froehlich JB, Gusberg RJ, Leppo JA, Ryan T, Schlant RC, Winters WL Jr, Gibbons RJ, Antman EM, Alpert JS, Faxon DP, Fuster V, Gregoratos G, Jacobs AK, Hiratzka LF, Russell RO, Smith SC Jr; American College of Cardiology; American Heart Association: ACC/AHA guideline update for perioperative cardiovascular evaluation for noncardiac surgery-executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Update the 1996 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation for Noncardiac Surgery). *J Am Coll Cardiol* 2002; **39**: 542-553
- 2) Yamazaki T, Hakoshima A, Ishikawa M, Ishimaru S, Furukawa K: Efficacy of preoperative dipyridamole-loaded ECG in the assessment of coronary artery disease in arteriosclerosis obliterans. *Jpn J Cardiovasc Surg* 1990; **20**: 1465-1469 (in Japanese)
- 3) Yamamoto M, Kimura F, Niinami H, Suda Y, Ueno E, Takeuchi Y: Noninvasive assessment of off-pump coronary artery bypass surgery by 16-channel multidetector-row computed tomography. *Ann Thorac Surg* 2006; **81**: 820-827
- 4) Bhatt DL, Steg PG, Ohman EM, Hirsch AT, Ikeda Y, Mas JL, Goto S, Liau CS, Richard AJ, Röther J, Wilson PW; REACH Registry Investigators: International prevalence, recognition, and treatment of cardiovascular risk factors in outpatients with atherothrombosis. *JAMA* 2006; **295**: 180-189
- 5) Hertzner NR, Beven EG, Young JR, O' Hara PJ, Ruschhaupt WF 3rd, Graor RA, Dewolfe VG, Maljovec LC: Coronary artery disease in peripheral vascular patients. A classification of 1000 coronary angiograms and results of surgical management. *Ann Surg* 1984; **199**: 223-233
- 6) Clement DL, Boccalon H, Dormandy J, Durand-Zaleski I, Fowkes G, Brown T: A clinical approach to the management of the patient with coronary and/or carotid artery disease who presents with leg ischaemia. *Int Angiol* 2000; **19**: 97-125
- 7) McFalls EO, Ward HB, Moritz TE, Goldman S, Krupski WC, Littooy F, Pierpont G, Santilli S, Rapp J, Hattler B, Shunk K, Jaenicke C, Thottapurathu L, Ellis N, Reda DJ, Henderson WG: Coronary-artery revascularization before elective major vascular surgery. *N Engl J Med* 2004; **351**: 2795-2804
- 8) 大橋重信 : ASO の治療と長期予後. *脈管学* 1985; **25**: 19-21
- 9) Hertzner NR: Fatal myocardial infarction following lower extremity revascularization. Two hundred seventy-three patients followed six to eleven postoperative years. *Ann Surg* 1981; **193**: 492-498
- 10) TASK working group: Management of peripheral arterial disease. *J Vasc Surg* 2000; **31**: S1-S296
- 11) Rossi E, Biasucci LM, Citterio F, Pelliccioni S, Monaco C, Ginnetti F, Angiolillo DJ, Grieco G, Liuzzo G, Maseri A: Risk of myocardial infarction and angina in patients with severe peripheral vascular disease: predictive role of C-reactive protein. *Circulation* 2002; **105**: 800-803
- 12) 萩原秀男, 根岸七雄, 尾崎俊造, 石井良行, 新野成隆, 前田英明, 河野秀雄, 瀬在幸安 : 虚血性心疾患合併 ASO 症例の手術適応および術中術後管理についての検討. *日心血外会誌* 1989; **18**: 751-752
- 13) Fowkes FG, Housley E, Cawood EH, Macintyre CC, Ruckley CV, Prescott RJ: Edinburgh Artery Study: prevalence of asymptomatic and symptomatic peripheral arterial disease in the general population. *Int J Epidemiol* 1991; **20**: 384-392
- 14) Resnick HE, Lindsay RS, McDermott MM, Devereux RB, Jones KL, Fabsitz RR, Howard BV: Relationship of high and low ankle brachial index to all-cause and cardiovascular disease mortality: the Strong Heart Study. *Circulation* 2004; **109**: 733-739
- 15) 宮本正樹, 森 文樹, 鈴木一弘, 野田 寛, 加藤智栄, 壺井英敏, 江里健輔 : 大動脈および下肢動脈疾患に併存した冠動脈病変—術前評価と治療成績. *日心血外会誌* 1990; **20**: 148-149
- 16) Leaman DM, Brower RW, Meester GT, Serruys P, van den Brand M: Coronary artery atherosclerosis: severity of the disease, severity of angina pectoris and compromised left ventricular function. *Circulation* 1981; **63**: 285-299
- 17) Azuma K, Hirose H, Matsumoto K: Surgical management of arteriosclerosis obliterans of the lower extremities and aortic aneurysm in patients with ischemic heart disease. *Jpn J Cardiovasc Surg* 1994; **23**: 409-414 (in Japanese)