

12

動脈硬化性腎動脈狭窄症

ステートメント

1 腎動脈狭窄のスクリーニング **グレードA** **コンセンサス**

CKD 患者のなかには虚血性腎症や腎血管性高血圧の症例が混在している。降圧困難な症例や RA 系阻害薬により急激な腎機能障害の進行を認める症例などには、腎動脈狭窄のスクリーニングが推奨される。

2 腎動脈狭窄の非侵襲的検査 **グレードA** **レベル1**

CKD 患者の腎動脈狭窄のスクリーニングには、Duplex 超音波法、magnetic resonance angiography (MRA) もしくは CT 血管造影が推奨される^{1, 2)}。

3 腎動脈狭窄の侵襲的検査 **グレードA** **レベル1**

臨床所見、非侵襲的検査で確定診断に至らない場合に、大動脈造影あるいは選択的腎動脈造影が推奨される³⁾。

4 動脈硬化性腎動脈狭窄症における降圧療法 **グレードA** **レベル1**

高血圧を伴う動脈硬化性腎動脈狭窄症において、降圧療法は腎機能障害の進行抑制に有効である⁴⁻⁹⁾。

5 動脈硬化性腎動脈狭窄症に対する経皮的腎血管形成術 **グレードA** **レベル1**

動脈硬化性腎動脈狭窄症に対する降圧薬単独治療と経皮的腎血管形成術の併用治療では、後者は降圧に関して優れているが、腎機能障害の進行抑制効果に関しては有意差がない⁴⁻⁹⁾。

解説

1 動脈硬化性腎動脈狭窄症の病態

高齢者 CKD 患者の 5~22% に腎動脈狭窄が合併しており、治療困難な高血圧や RA 系阻害薬による急激な腎機能障害進行の原因となっている¹⁰⁻¹³⁾。粥状硬化性病変により腎動脈に狭窄が生じた状態が動脈硬化性腎動脈狭窄症であり、全身

性の動脈硬化病変のために両側腎動脈に病変が存在する 경우가多く、また高頻度に脳梗塞、虚血性心疾患や閉塞性動脈硬化症などの CVD を合併する¹⁴⁻¹⁶⁾。心臓カテーテル検査を受けた患者を対象とした検討では、7~15% の患者に動脈硬化性腎動脈狭窄が検出され、全身性の動脈硬化症管理の重要性が示唆される¹⁷⁻¹⁹⁾。動脈硬化性腎動脈狭窄

症は、無症候性の場合、高血圧を伴う場合(腎血管性高血圧)、あるいは腎機能障害を伴う場合(虚血性腎症)がある。動脈硬化性腎動脈狭窄症患者を対象としたコホート研究では、高度な動脈硬化性腎動脈狭窄が腎機能障害の進行リスクであり^{20, 21)}、また生命予後も悪化させた²²⁾。ただし高齢者を対象とした大規模なコホート研究では、動脈硬化性腎動脈狭窄を有する症例で、狭窄の増悪する例は少なかった²³⁾。また、腎動脈造影検査上の腎動脈近位部狭窄の程度、あるいは腎機能障害の程度と腎機能障害の進行リスクとの相関はなく、重要なのは腎実質障害の程度であった^{24, 25)}。

2 腎動脈狭窄症の診断

腎動脈以外の動脈硬化性病変の存在に加え、重症高血圧や急激な高血圧の発症は腎動脈狭窄症を示唆する重要な病歴である。また腹部の血管雑音や低K血症の存在は、腎動脈狭窄症を疑わせる。ACEIやARB使用後の急激な血圧低下や血清Cr値の上昇する症例も、本症の存在を示唆する。腎臓の長径に左右差(> 1.5 cm)がある場合や尿所見の乏しいCKD患者では、特に本症の可能性を念頭に置く必要がある^{a)}。

Duplex超音波法は腎動脈造影と比較して、腎動脈狭窄の診断に対する感度は84~98%、特異度は62~99%とされている^{a)}。メタ解析ではCT血管造影およびガドリニウム造影 magnetic resonance angiography(MRA)、3D-MRAと比較すると receiver operating curve(ROC)で劣るが¹⁾、その非侵襲性と低コストから有用性は高い。特に peak systolic velocity を指標とすると、感度85%、特異度92%と高い精度が得られる²⁾。ガドリニウム造影MRAは腎動脈造影と比較して、その感度は90~100%、特異度は76~94%であり^{a)}、スクリーニングとして信頼性が高い¹⁾。単純MRAは感度、特異度とも低下するが、ステージ4、5のCKD患者では nephrogenic systemic fibrosis の危険性からガドリニウムの使用を避ける(第21章薬物投与を参照)。CT血管造影の感度は59~96%、

特異度は82~99%だが^{a)}、multidetector CTを使用すると、動脈の詳細な情報が短時間で得られ、さらに感度は91~92%、特異度は99%まで向上する^{a)}。

臨床所見や非侵襲的検査によって確定診断に至らない場合には、カテーテルを用いた大動脈造影あるいは左右の選択的腎動脈造影が推奨される³⁾。ただし、血管造影や造影CTでは造影剤を100 mL以上使用するため、CKD患者では造影剤腎症のリスクがあり、その適応には十分注意する(第21章薬物投与を参照)。

3 動脈硬化性腎動脈狭窄症の臨床試験

動脈硬化性腎動脈狭窄症を対象とした大規模なRCTは行われていない。3件の小規模なRCTで降圧薬単独治療と経皮的腎血管形成術併用治療の比較が行われ、降圧および腎機能障害の進行抑制効果はほぼ同等であった⁴⁻⁶⁾。これらの試験では、降圧薬単独治療でも重症難治例では経皮的腎血管形成術併用治療へのクロスオーバー試験が行われており、厳密な比較は困難である。現在、米国において腎血管性高血圧患者1,000例以上を対象として、降圧薬単独治療群と経皮的腎血管形成術併用治療群の2群において腎機能障害やCVDの発症などを評価項目とした大規模RCT(CORAL研究)が進行中である^{b)}。

4 動脈硬化性腎動脈狭窄症の治療

1. 降圧薬による治療

動脈硬化性腎動脈狭窄症の治療目的は、1)血圧管理、2)腎機能障害の進行抑制、3)動脈硬化の進行抑制である。ACEI、利尿薬、Ca拮抗薬、β遮断薬による降圧薬治療は、それらの併用療法も含めて、血圧管理および腎機能障害の進行抑制に有効である^{4-6, 26)}。また、ARBにも同様の有効性が期待できる。ただし、両側性腎動脈狭窄あるいは単腎性腎動脈狭窄の患者では、RA系阻害薬投与により短期間に腎機能障害が進行することがあ

り、注意が必要である²⁷⁾。

2. 経皮的腎血管形成術による血行再建療法

動脈硬化性腎動脈狭窄症患者に対しての降圧薬単独治療と経皮的腎血管形成術の併用治療では、後者が降圧、特に両側腎動脈狭窄症患者の降圧に若干優れているが、腎機能障害の進行抑制、CVDの発症予防および死亡率に関しては、両者間に有意差を認めなかった⁷⁻⁹⁾。したがって、多剤併用療法も含めた降圧薬治療による血圧管理が困難な場合やRA系阻害薬投与により腎機能障害が進行する場合においてのみ、経皮的腎血管形成術による血行再建が推奨される²⁸⁾。

なお、経皮的腎血管形成術による術後の腎機能回復の予測因子としては、131例の腎動脈狭窄症患者を対象としたコホート研究では、術前のDuplex超音波検査での腎実質の線維化の指標とされるresistive index(RI)が0.8以上の場合、経皮的腎血管形成術あるいは腎動脈バイパス手術後

の腎機能回復が不良であった²⁹⁾。一方、215例の腎動脈狭窄症患者を対象としたコホート研究では、ステントを用いた経皮的腎血管形成術による腎機能回復と術前のRI値は無関係であり、術前の血清Cr値の上昇および心機能の低下が腎機能回復と関連した予測因子であった³⁰⁾。したがって現時点では、腎動脈血管形成術の効果を予測する因子は確立されていない。また経皮的腎血管形成術後の腎機能低下には造影剤腎症や再狭窄のほか、コレステロール塞栓の可能性に留意する。

3. 動脈硬化に対する集学的治療

動脈硬化性腎動脈狭窄症では全身性の動脈硬化病変を伴うことが多く、動脈硬化に対する治療、すなわちスタチン系薬剤による脂質異常症治療、糖尿病治療、抗血小板薬投与、禁煙指導など、動脈硬化症に対するリスクを軽減する治療が重要である¹⁷⁻¹⁹⁾。

アブストラクトテーブル

論文コード	対 象	方 法	結 果
1. Vasbinder GB, Ann Intern Med 2001 メタ解析 レベル①	CT, MRA, 超音波法, カプトプリルレノシンチグラフィ, カプトプリル試験の腎動脈狭窄に対する有効性を血管造影を基準として検討	2000年8月1日までの左記の文献をMEDLINEにて検索して, その感度, 特異度, ROCをメタ解析して有用度を比較検討	クライテリアを満たした55件を解析. 感度/特異度はCTで94~100%/92~99%, Gd-MRAで88~100%/75~100%, 3D-MRAで88~100%/73~98%, 位相差MRAで90~100%/65~99%, 超音波法で17~100%/67~98% カプトプリルレノシンチグラフィで57~94%/44~98%, カプトプリル試験で15~68%/76~93%であった. ROCからCTとGd-MRA, 3D-MRAが他の診断法よりも有意に精度が高かった.
2. Williams GJ, Am J Roentgenol 2007 メタ解析 レベル①	MEDLINE (1966~2005年), EMBASE (1988~2005年)および文献リストから腎動脈狭窄の診断のために, Duplex超音波法と血管造影法の比較検討	左記文献をメタ解析し, Duplex超音波法の各種パラメータの精度を血管造影法と比較検討	1,357件の文献から88件を抽出. 全体で8,147症例(9,974血管)を用いて, 診断オッズ比がpeak systolic velocityで60.9(95%CI 28.3-131.2), acceleration timeで28.9(7.1-117.2), acceleration indexで16.0(5.1-50.6), renal-aortic rationで29.3(12.7-67.7)であった. 超音波法は中等度の精度であるが, peak systolic velocityが感度85%, 特異度92%, 陽性尤度比10.2(6.3-16.5), 陰性尤度比0.2(0.1-0.3)で最も有用な指標であった.
3. Vasbinder GB, Ann Intern Med 2004 比較試験 レベル④	腎動脈狭窄が疑われたオランダ人高血圧患者402例	CTとMRAの精度を腎動脈のデジタル・サブトラクション血管造影法(DSA)と比較して検討	20%の患者に腎動脈狭窄が認められた. CTの感度は64%, 特異度は92%であった. 一方, MRAの感度は62%であり特異度は84%であった. よって, CTおよびMRAは, 腎動脈狭窄を否定するには再現性と感度の点で不十分である. DSAは腎動脈狭窄の診断法として選択される.
4. Webster J, J Hum Hypertens 1998 RCT レベル②	少なくとも2種類以上の降圧薬による加療を受けているにもかかわらず, 拡張期血圧95 mmHg以上の高血圧の継続する50%以上の腎動脈狭窄を有する患者55例	両側性, 片側性の腎動脈狭窄を持つ患者を血管形成術群と薬物療法群に割り付け, 血圧改善度, 総死亡, 心筋梗塞発症, 心不全発症, 血液透析の必要性などの予後と比較	両側性腎動脈狭窄患者の降圧で血管形成術群は優れていたが, 他は両群で差はなかった.
5. Plouin PF, Hypertension 1998 EMMA 研究 RCT レベル②	腎動脈狭窄を有する患者49例	血管形成術群と薬物療法群に割り付け, ABPMや治療経過, 治療による合併症などで比較	平均血圧で両群に差はないが, 必要とされる降圧薬の数などの治療後の経過でやや血管形成術群が優れていた. 血管形成術群では動脈解離や再狭窄などが低頻度ながら認められた.
6. van Jaarsveld BC, N Engl J Med 2000 DORASTIC 研究 RCT レベル②	50%以上の腎動脈狭窄を有し, 血清Cr 2.3 mg/dL以下の患者55例	血管形成術群と薬物療法群に割り付け, 血圧, 必要な降圧薬用量や腎機能経過などで比較	両群で血圧, 降圧薬用量, 腎機能の経過に有意差はなかった. 薬物治療群の一部は複数の降圧薬投与にもかかわらず高血圧が継続し, 血管形成術群へ移行した.

論文コード	対 象	方 法	結 果
7. Ives NJ, Nephrol Dial Transplant 2003 メタ解析 レベル①	腎動脈狭窄を有する患者 210 例	血管形成術群と薬物療法群に割り付けた RCT を血圧、腎機能などに注目しメタ解析	血圧管理において、わずかに血管形成術群が良好であった。腎機能障害抑制については血管形成術群が良好な傾向にあるが、有意差はなかった。
8. Nordmann AJ, Am J Med 2003 メタ解析 レベル①	腎動脈狭窄を有する患者 210 例	血管形成術群と薬物療法群に割り付けた RCT を血圧、腎機能などに注目しメタ解析	血圧管理において、わずかに血管形成術群が良好であった。腎機能障害の進行抑制については有意差はなかった。
9. Balk E, Ann Intern Med 2006 システマティックレビュー レベル①	腎動脈狭窄を有する患者についての MEDLINE (2005 年 9 月まで) から RCT 2 件、他の比較試験 8 件、およびコホート試験 46 件を対象	血管形成術群と薬物療法群との間で、血圧、腎機能、CVD イベント、死亡率について比較	両群間での予後についての比較は困難であった。血圧管理については、特に両側腎動脈狭窄患者において若干血管形成術群が良好だが、腎機能障害の進行抑制においては差がなく、CVD 死亡率においても差を認めなかった。
10. Mailloux LU, Am J Kidney Dis 1994 コホート研究 レベル④	1970~1989 年に登録された 15 歳以上で 90 日以上透析された、米国人末期腎不全患者 683 例	1992 年末まで観察。腎血管疾患の診断は、腎動脈造影および核医学検査にて確認された全身の動脈硬化の存在で行った。腎血管病の特徴を検討	血管造影や腎臓の大きさの左右差などの臨床的所見から腎動脈狭窄が認められたのは、683 例の透析患者のうち 83 例であった。これらの患者の平均年齢は 70 歳、2 年生存率は 56%、5 年生存率が 18%。予測余命は、原因疾患が PCK では 133 カ月、腎血管病では 25 カ月であった。
11. Appel RG, Kidney Int 1995 コホート研究 レベル④	50 歳以上で腎代替療法導入時の米国人末期腎不全患者 53 例	透析導入時に腎 Duplex 超音波法にて、腎動脈の狭窄(60% 以上)の有無について検討	参加者の半数は糖尿病が原因の末期腎不全で、平均年齢は 65 歳。腎動脈の狭窄は 22% の症例にみられ、喫煙との関連が認められた。腎動脈病変を有する症例では脳血管疾患の合併が有意に多かった。
12. Tanemoto M, Hypertens Res 2005 症例対照研究 レベル④	40 歳以上で高血圧、高脂血症あるいは糖尿病を有する日本人 202 例(平均 CCr 68.4 mL/分、蛋白尿 1.5 g/gCr)	Gd-DTPA を用いた MRA にて腎動脈狭窄(50% 以上)をスクリーニング。腎動脈狭窄を有する症例と有しない症例の比較検討。また、腎動脈狭窄と関連する要因を検討	42 例(片側 31 例、両側 11 例:21%)に腎動脈狭窄を認めた。腎動脈狭窄を有する群は、有しない群と比較して年齢、脈圧、尿酸値、血清 Cr が高く、eGFR が低かった。多変量解析では、年齢と腎機能障害が腎動脈狭窄と関連していた。両側狭窄と片側狭窄の比較でも、両側狭窄群では年齢と脈圧が高く、eGFR が低値であった。
13. Kalra PA, Kidney Int 2005 コホート研究 レベル④	67 歳以上の米国メディケア集団から無作為抽出した 5% 1,085,250 例	2 年間後ろ向きに観察。動脈硬化性の腎動脈疾患の発症率、関連要因を検討。さらに腎動脈疾患を有する症例の特徴を検討	腎動脈疾患の発症率は、3.7/1,000 患者・年。調整ハザード比は CKD 2.54, 高血圧 2.42, 末梢動脈疾患 1.70, 動脈硬化性冠動脈疾患 1.70。腎動脈狭窄を発症した症例では、発症しなかった症例よりも冠動脈性心疾患、末梢動脈疾患、心不全、脳卒中が 2.5~5 倍発症し、末期腎不全になる頻度は 22.2 倍高かった。腎動脈狭窄症例の 16.4% に腎動脈形成術が施行され、これらの症例では末期腎不全との関連性が有意でなかった。
14. Cohen MG, Am Heart J 2005 コホート研究 レベル④	心臓カテーテル検査および腹部造影検査を受けた 843 例	腎動脈造影にて 75% 以上の腎動脈狭窄を持つ患者について関連因子を解析	腎動脈狭窄を持つ患者は 11.7% であり、多因子解析では、高齢、血清 Cr 高値、末梢動脈疾患、循環器薬服用数、高血圧、女性、三枝病変、心外科手術の既往との関連が認められた。

論文コード	対 象	方 法	結 果
15. Dzielińska Z, J Hypertens 2007 コホート研究 レベル④	心臓カテーテル検査を受けた333例	腎動脈造影にて50%以上の腎動脈狭窄を持つ患者について関連因子を解析	腎動脈狭窄を持つ患者は12%であり、多因子解析では血清Cr高値、多枝病変、頸動脈硬化、肥満度、降圧薬服用数との関連が認められた。
16. Nakamura S, Hypertens Res 2007 コホート研究 レベル④	重症頸動脈狭窄症患者41例	腎動脈Duplex超音波法にて腎動脈狭窄症と診断された患者の関連因子について解析	腎動脈狭窄を持つ患者は11例(27%)であり、多変量解析では他のCVDの存在、腎機能、喫煙との関連が認められた。
17. Harding MB, J Am Soc Nephrol 1992 コホート研究 レベル④	心臓カテーテル検査後に腹部大動脈造影検査を受けた1,302例	50%以上の腎動脈狭窄を持つ患者の関連因子について解析	腎動脈狭窄を持つ患者は15%であり、多変量解析では年齢、冠動脈疾患重症度、心不全、女性、末梢動脈疾患との関連が認められた。
18. Uzu T, Am J Kidney Dis 1997 症例集積研究 レベル⑤	心筋梗塞にて死亡した日本人297例	病理解剖にて腎動脈狭窄症と診断された患者の関連因子について解析	腎動脈狭窄を持つ患者は12%であり、多変量解析では年齢、高血圧、蛋白尿、腎機能障害、冠動脈疾患重症度との関連が認められた。
19. Yamashita T, Hypertens Res 2002 コホート研究 レベル④	心臓カテーテル検査を受けた日本人289例	腎動脈造影にて50%以上の腎動脈狭窄を持つ患者の関連因子について解析	腎動脈狭窄を持つ患者は7%であり、高血圧、三枝病変との関連が認められた。
20. Caps MT, Circulation 1998 コホート研究 レベル④	Duplex超音波法にて、腎動脈狭窄症と診断された170例	腎動脈狭窄症病変の悪化に関連する因子について33カ月間調査	多変量解析では、試験開始時における収縮期血圧160mmHg以上、糖尿病、60%以上の狭窄病変の存在が関連していた。
21. Caps MT, Kidney Int 1998 コホート研究 レベル④	Duplex超音波法にて腎動脈狭窄症と診断された122例	腎萎縮に関連する因子について33カ月間調査	試験開始時における60%以上の狭窄病変の存在、収縮期血圧180mmHg以上が関連していた。
22. Uzu T, Hypertens Res 2002 コホート研究 レベル④	50歳以上の心血管合併症をもつ日本人CKD患者44例	MRA検査にて腎動脈狭窄症と診断されたCKD患者の生存率について約3年間調査	腎動脈狭窄を持つ患者は50%であり、死亡率は年間100例当たり、狭窄なし4.4%、一側狭窄12.7%、両側狭窄18.1%であった。
23. Pearce JD, J Vasc Surg 2006 CHS研究 コホート研究 レベル④	65歳以上の住民834例	腎動脈狭窄症の診断はDuplex超音波法にて行った。腎動脈狭窄症病変の悪化する割合について約8年間追跡調査	腎動脈狭窄を持つ患者は6%であったが、腎動脈狭窄症の狭窄病変の増悪は年間約0.5%にしか認めなかった。
24. Cheung CM, J Am Soc Nephrol 2002 コホート研究 レベル④	片側性腎動脈閉塞を持つ腎動脈狭窄症と診断された142例	腎動脈狭窄症病変の悪化に関連する因子について約12年間追跡調査	GFRは尿蛋白の程度と対側の腎長径と相関があり、低いGFRは生命予後と腎予後に結びついていた。腎動脈狭窄の程度は予後と強い相関はなく、腎実質障害の程度が重要であると考えられた。

論文コード	対 象	方 法	結 果
25. Wright JR, Am J Kidney Dis 2002 コホート研究 レベル④	腎動脈狭窄症と診断された 98 例	腎動脈狭窄症病変の悪化に関連する因子について約 4 年追跡調査	試験開始時の腎動脈狭窄度、腎機能は腎動脈狭窄症の悪化と関連性を認めず、試験中の蛋白尿の程度と相関があり、腎実質障害の程度が重要であると考えられた。
26. Losito A, Nephrol Dial Transplant 2005 コホート研究 レベル④	腎動脈造影検査により腎動脈狭窄症と診断された患者 195 例	136 例に対して血行再建術が行われ、54 例に対しては降圧薬単独療法が行われた。死亡および末期腎不全に関与する要因について、平均 54 カ月追跡調査	腎動脈狭窄を持つ患者における死亡および末期腎不全との関連性が認められたのは、ACEI の服用の有無であり、血行再建術には関連性が認められなかった。
27. van de Ven PJ, Kidney Int 1998 症例集積研究 レベル⑤	両側性病変の可能性もある腎動脈狭窄を有する患者 108 例	ACEI を投与して血清 Cr を指標として投与前後での腎機能を評価するとともに、腎動脈造影検査により腎動脈狭窄病変の重症度を判定	腎動脈狭窄の重症度と ACEI 投与による腎機能増悪とは相関がみられ、血清 Cr の 20% 以上上昇した症例は全例両側性病変であった。ACEI 投与による血清 Cr 上昇は可逆性であった。
28. Beutler JJ, J Am Soc Nephrol 2001 コホート研究 レベル④	腎機能障害を呈する腎動脈狭窄症患者で、ステントによる腎動脈形成術を施行された患者 63 例	平均 23 カ月追跡調査し、拡張部位の開在度、腎機能について解析	試験中 12 例 (20%) に再狭窄が生じて再度血管形成術を施行。6 カ月以内に 5 例が末期腎不全となり、2 例が死亡した。他の 56 例の患者の血清 Cr は 182 mmol/L から 154 mmol/L に回復した。
29. Radermacher J, N Engl J Med 2001 コホート研究 レベル④	腎血管性高血圧と診断され、腎動脈形成術あるいは腎動脈バイパス手術を施行され治療が成功した患者 131 例	Duplex 超音波法で得られる resistive index (RI) が予後と相関するか否かについて、平均 32 カ月追跡調査	35 例の患者 (27%) では RI 0.8 以上であり、これらの患者では腎血行再建術後の腎機能低下 80%、末期腎不全 46%、死亡 29% であり、RI 0.8 未満の患者のそれぞれ 3%、0%、3% よりも不良であった。よって、術前の RI 0.8 以上では腎機能回復が見込めず、血压管理や腎機能障害の進行抑制についても可能性が低い。
30. Zeller T, Circulation 2003 コホート研究 レベル④	70% 以上の腎動脈狭窄を有し、ステントを用いた腎動脈形成術を施行された患者 215 例	腎動脈形成術術前と術後 1 年後において、一次エンドポイント：腎機能、二次エンドポイント：平均血圧として比較検討し、これらの予後と術前のパラメータとの関係について解析	52% の患者において 1 年後に血清 Cr 1.21 mg/dL から 1.10 mg/dL へと腎機能障害が改善した。平均血圧は術前の 102 mmHg から 92 mmHg へ改善した。これら予後の改善と RI との関連性は認めず、術前 RI 0.8 以上の患者でも予後に差を認めなかった。ステントを用いた経皮的腎血管形成術による腎機能の回復と術前の RI 値は無関係であり、術前の血清 Cr 値の高値および心機能の低下が腎機能の回復と関連した。

文 献

- Vasbinder GB, Nelemans PJ, Kessels AG, Kroon AA, de Leeuw PW, van Engelshoven JM. Diagnostic tests for renal artery stenosis in patients suspected of having renovascular hypertension : a meta-analysis. *Ann Intern Med* 2001 ; 135 : 401-411.
- Williams GJ, Macaskill P, Chan SF, Karplus TE, Yung W, Hodson EM, Craig JC. Comparative accuracy of renal duplex sonographic parameters in the diagnosis of renal artery stenosis : paired and unpaired analysis. *Am J Roentgenol* 2007 ; 188 : 798-811.
- Vasbinder GB, Nelemans PJ, Kessels AG, Kroon AA, Maki JH, Leiner T, Beek FJ, Korst MB, Flobbe K, de Haan MW, van Zwam WH, Postma CT, Hunink MG, de Leeuw PW, van Engelshoven JM : Renal Artery Diagnostic Imaging Study in Hypertension (RADISH) Study Group. Accuracy of computed tomographic angiography and magnetic resonance angiography for diagnosing renal artery stenosis. *Ann Intern Med* 2004 ; 141 : 674-682.
- Webster J, Marshall F, Abdalla M, Dominiczak A, Edwards R, Isles CG, Loose H, Main J, Padfield P, Russell IT, Walker B, Watson M, Wilkinson R. Randomised comparison of percutaneous angioplasty vs continued medical therapy for hypertensive patients with atheromatous renal artery stenosis. Scottish and Newcastle Renal Artery Stenosis Collaborative Group. *J Hum Hypertens* 1998 ; 12 : 329-335.
- Plouin PF, Chatellier G, Darné B, Raynaud A. Blood pressure outcome of angioplasty in atherosclerotic renal artery stenosis : a randomized trial. Essai Multicentrique Medicaments vs Angioplastie (EMMA) Study Group. *Hypertension* 1998 ; 31 : 823-829.
- van Jaarsveld BC, Krijnen P, Pieterman H, Derkx FH, Deinum J, Postma CT, Dees A, Woittiez AJ, Bartelink AK, Man in't Veld AJ, Schalekamp MA. Randomised comparison of percutaneous angioplasty vs continued medical therapy for hypertensive patients with atheromatous renal artery stenosis. Scottish and Newcastle Renal Artery Stenosis Collaborative Study Group. *N Engl J Med* 2000 ; 342 : 1007-1014.
- Ives NJ, Wheatley K, Stowe RL, Krijnen P, Plouin PF, van Jaarsveld BC, Gray R. Continuing uncertainty about the value of percutaneous revascularization in atherosclerotic renovascular disease : a meta-analysis of randomized trials. *Nephrol Dial Transplant* 2003 ; 18 : 298-304.
- Nordmann AJ, Woo K, Parkes R, Logan AG. Balloon angioplasty or medical therapy for hypertensive patients with atherosclerotic renal artery stenosis? A meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 2003 ; 114 : 44-50.
- Balk E, Raman G, Chung M, Ip S, Tatsioni A, Alonso A, Chew P, Gilbert SJ, Lau J. Effectiveness of management strategies for renal artery stenosis : a systematic review. *Ann Intern Med* 2006 ; 145 : 901-912.
- Mailloux LU, Napolitano B, Bellucci AG, Vernace M, Wilkes BM, Mossey RT. Renal vascular disease causing end-stage renal disease, incidence, clinical correlates, and outcomes : A 20-year clinical experience. *Am J Kidney Dis* 1994 ; 24 : 622-629.
- Appel RG, Bleyer AJ, Reavis S and Hansen KJ. Renovascular disease in older patients beginning renal replacement therapy. *Kidney Int* 1995 ; 48 : 171-176.
- Tanemoto M, Saitoh H, Satoh F, Satoh H, Abe T, Ito S. Predictors of undiagnosed renal artery stenosis among Japanese patients with risk factors of atherosclerosis. *Hypertens Res* 2005 ; 28 : 237-242.
- Kalra PA, Guo H, Kausz AT, Gilbertson DT, Liu J, Chen SC, Ishani A, Collins AJ, Foley RN. Atherosclerotic renovascular disease in United States patients aged 67 years or older : risk factors, revascularization, and prognosis. *Kidney Int* 2005 ; 68 : 293-301.
- Cohen MG, Pascua JA, Garcia-Ben M, Rojas-Matas CA, Gabay JM, Berrocal DH, Tan WA, Stouffer GA, Montoya M, Fernandez AD, Halac ME, Grinfeld LR. A simple prediction rule for significant renal artery stenosis in patients undergoing cardiac catheterization. *Am Heart J* 2005 ; 150 : 1204-1211.
- Dzielińska Z, Januszewicz A, Demkow M, Makowiecka-Cieśla M, Prejbisz A, Naruszewicz M, Nowicka G, Kadziela J, Zieliński T, Florczak E, Janas J, Januszewicz M, Ruzyczo W. Cardiovascular risk factors in hypertensive patients with coronary artery disease and co-existing renal artery stenosis. *J Hypertens* 2007 ; 25 : 663-670.
- Nakamura S, Iihara K, Matayoshi T, Yasuda H, Yoshihara F, Kamide K, Horio T, Miyamoto S, Kawano Y. The incidence and risk factors of renal artery stenosis in patients with severe carotid artery stenosis. *Hypertens Res* 2007 ; 30 : 839-844.
- Harding MB, Smith LR, Himmelstein SI, Harrison K, Phillips HR, Schwab SJ, Hermiller JB, Davidson CJ, Bashore TM. Renal artery stenosis : prevalence and associated risk factors in patients undergoing routine cardiac catheterization. *J Am Soc Nephrol* 1992 ; 2 : 1608-1616.
- Uzu T, Inoue T, Fujii T, Nakamura S, Inenaga T, Yutani C, Kimura G. Prevalence and predictors of renal artery stenosis in patients with myocardial infarction. *Am J Kidney Dis* 1997 ; 29 : 733-738.
- Yamashita T, Ito F, Iwakiri N, Mitsuyama H, Fujii S, Kitabatake A. Prevalence and predictors of renal artery stenosis in patients undergoing cardiac catheterization. *Hypertens Res* 2002 ; 25 : 553-557.
- Caps MT, Perissinotto C, Zierler RE, Polissar NL, Bergelin RO, Tullis MJ, Cantwell-Gab K, Davidson RC, Strandness DE Jr. Prospective study of atherosclerotic disease progression in the renal artery. *Circulation* 1998 ; 98 : 2866-2872.
- Caps MT, Zierler RE, Polissar NL, Bergelin RO, Beach KW, Cantwell-Gab K, Casadei A, Davidson RC, Strandness DE Jr. Risk of atrophy in kidneys with atherosclerotic renal artery stenosis. *Kidney Int* 1998 ; 53 : 735-742.
- Uzu T, Takeji M, Yamada N, Fujii T, Yamauchi A, Takishita S, Kimura G. Prevalence and outcome of renal artery stenosis in atherosclerotic patients with renal dysfunction. *Hypertens Res* 2002 ; 25 : 537-542.
- Pearce JD, Craven BL, Craven TE, Piercy KT, Stafford JM, Edwards MS, Hansen KJ. Progression of atherosclerotic renovascular disease : A prospective population-based study. *J Vasc Surg* 2006 ; 44 : 955-962.
- Cheung CM, Wright JR, Shurrab AE, Mamtora H, Foley RN,

- O'Donoghue DJ, Waldek S, Kalra PA. Epidemiology of renal dysfunction and patient outcome in atherosclerotic renal artery occlusion. *J Am Soc Nephrol* 2002 ; 13 : 149-157.
25. Wright JR, Shurrab AE, Cheung C, Waldek S, O'Donoghue DJ, Foley RN, Mamtara H, Kalra PA. A prospective study of the determinants of renal functional outcome and mortality in atherosclerotic renovascular disease. *Am J Kidney Dis* 2002 ; 39 : 1153-1161.
26. Losito A, Errico R, Santirosi P, Lupattelli T, Scalera GB, Lupattelli L. Long-term follow-up of atherosclerotic renovascular disease. Beneficial effect of ACE inhibition. *Nephrol Dial Transplant* 2005 ; 20 : 1604-1609.
27. van de Ven PJ, Beutler JJ, Kaatee R, Beek FJ, Mali WP, Koomans HA. Angiotensin converting enzyme inhibitor-induced renal dysfunction in atherosclerotic renovascular disease. *Kidney Int* 1998 ; 53 : 986-993.
28. Beutler JJ, Van Ampting JM, Van De Ven PJ, Koomans HA, Beek FJ, Woittiez AJ, Mali WP. Long-term effects of arterial stenting on kidney function for patients with ostial atherosclerotic renal artery stenosis and renal insufficiency. *J Am Soc Nephrol* 2001 ; 12 : 1475-1481.
29. Radermacher J, Chavan A, Bleck J, Vitzthum A, Stoess B, Gebel MJ, Galanski M, Koch KM, Haller H. Use of Doppler ultrasonography to predict the outcome of therapy for renal-artery stenosis. *N Engl J Med* 2001 ; 344 : 410-417.
30. Zeller T, Frank U, Müller C, Bürgelin K, Sinn L, Bestehorn HP, Cook-Bruns N, Neumann FJ. Predictors of improved renal function after percutaneous stent-supported angioplasty of severe atherosclerotic ostial renal artery stenosis. *Circulation* 2003 ; 108 : 2244-2249.

参考にしたガイドラインなど

- a. Hirsch AT, Haskal ZJ, Hertzner NR, Bakal CW, Creager MA, Halperin JL, Hiratzka LF, Murphy WR, Olin JW, Puschett JB, Rosenfield KA, Sacks D, Stanley JC, Taylor LM Jr, White CJ, White J, White RA, Antman EM, Smith SC Jr, Adams CD, Anderson JL, Faxon DP, Fuster V, Gibbons RJ, Hunt SA, Jacobs AK, Nishimura R, Ornato JP, Page RL, Riegel B. ACC/AHA 2005 Practice Guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic) : a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease) : endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation : National Heart, Lung, and Blood Institute : Society for Vascular Nursing : Trans-Atlantic Inter-Society Consensus : and Vascular Disease Foundation. *Circulation* 2006 ; 113 : e463-654.
- b. Cooper CJ, Murphy TP, Matsumoto A, Steffes M, Cohen DJ, Jaff M, Kuntz R, Jamerson K, Reid D, Rosenfield K, Rundback J, D'Agostino R, Henrich W, Dworkin L. Stent revascularization for the prevention of cardiovascular and renal events among patients with renal artery stenosis and systolic hypertension : rationale and design of the CORAL trial. *Am Heart J* 2006 ; 152 : 59-66.