

生涯教育コーナーを読んで単位取得を！

日本医師会生涯教育制度ハガキによる申告 (0.5単位 1カリキュラムコード)

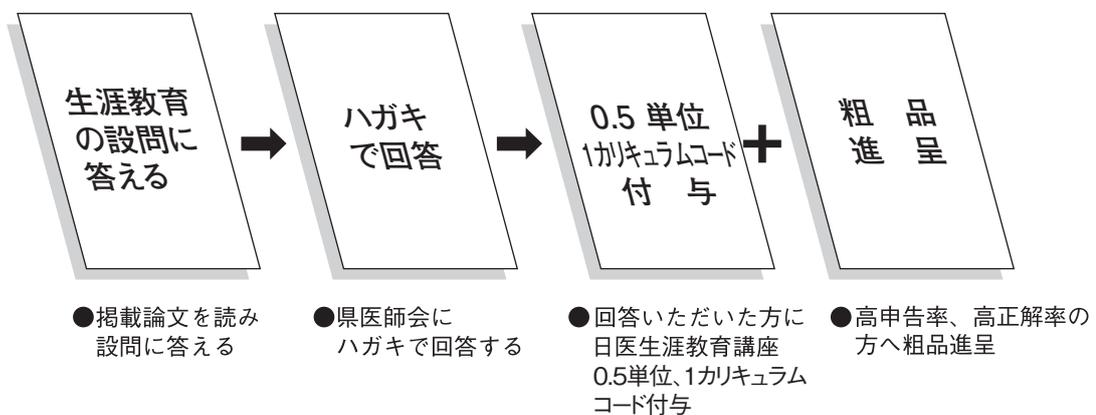
日本医師会生涯教育制度は、昭和62年度に医師の自己教育・研修が幅広く効率的に行われるための支援体制を整備することを目的に発足し、年間の学習成果を年度末に申告することになっております。

これまでは、当生涯教育コーナーの掲載論文をお読みいただき、各論文末尾の設問に対し、巻末はがきでご回答された方には日医生涯教育講座5単位を付与いたしておりましたが、平成22年度に日本医師会生涯教育制度が改正されたことに準じ、本誌の生涯教育の設問についても、出題の6割（5問中3問）以上正解した方に0.5単位、1カリキュラムコードを付与することに致しました。

つきましては、会員の先生方のご理解をいただき、今後ともハガキ回答による申告に、より一層ご参加くださるようお願い申し上げます。

なお、申告回数が多く、正解率が高い会員につきましては、年に1回粗品を進呈いたします。ただし、該当者多数の場合は、成績により選出いたしますので予めご了承ください。

広報委員会



頸動脈超音波検査

琉球大学医学部附属病院第三内科 助教 伊佐 勝憲

【要旨】

本稿では頸動脈超音波検査について、早期動脈硬化病変の検出とその解釈、説明を中心に概説する。内中膜複合体厚 (IMT) は加齢と共に増加する一方、多くの動脈硬化危険因子と関連する。IMT 肥厚は心血管イベントの発症率増加と関連する、さらに MRI で確認される深部皮質下白質病変の合併とも関連する。頸動脈硬化の指標としてプラークスコア (PS) が用いられる。PS 値も脳卒中をはじめとした心血管疾患の発症と関連するが、プラークの性状 (低輝度、潰瘍形成) も脳梗塞発症に関連する。IMT 値および PS 値ともに性、年齢により評価が相対的に変化する。これらの値を定期的に観察し、比較することで生活習慣病予防や心血管病危険因子のコントロールの状況を知るより有用な指標となる。高齢者に多い高度頸動脈硬化では狭窄率測定と可能であれば狭窄部速度測定を試みると診断の信頼性が増す。

【はじめに】

頸動脈超音波検査は非侵襲的で、経過を追跡することが容易である。また検査結果説明も簡便で、動脈硬化の有無と程度を患者さんに伝えやすい利点がある。頸動脈超音波検査の目的は①早期動脈硬化病変の検出、②進行性頸動脈病変の治療法決定の二つに大別される。本稿では主に①早期動脈硬化の病変の検出とその意義について、沖縄県総合保健協会脳ドックにおけるデータをまじえて概説する。本稿で紹介される検査方法や基準値は日本脳神経超音波学会の頸部血管超音波検査ガイドライン¹⁾に準じる。また、本検査をこれから学ばれる方には、早期動脈硬化研究会のホームページ²⁾が参考になる。

【頸動脈超音波検査測定方法】

超音波診断機器は Duplex 法とカラードプラ法が可能なものを用い、プローベは中心周波数 7MHz 以上のリニアプローベを用いる。被験者の体位は一般的に仰臥位で行う。枕をはずし、

観察する頸動脈と逆方向に首を軽く傾け、少し顎をあげた体勢にする (図 1)。まず頸動脈を短軸で見える範囲で広く心臓側から頭側に走査し、血管の走行、プラークの存在部位を確認する。長軸像ではなるべくプローベと血管を平行に描出する。

内中膜複合体厚 (IMT) の測定時には表示深度を 3cm 以下にし、十分画像を拡大する (図 1)。頸動脈の描出は、長軸・短軸ともに斜め前方・横・斜め後方と多方向から行う。IMT 値計測時には血管をなるべくプローベと平行になるよう描出し、血流速度計測時には斜めに傾ける。血流速度計測時の角度補正は 60 度以内にする。

【内中膜複合体厚 (IMT) の測定と臨床的意義】

IMT の測定は前・側・後方からアプローチし、遠位壁 (far wall) で測定する。正常値は 1.0mm 以下である (図 1)。IMT 値の測定は大規模研究での結果から総頸動脈の far wall (IMT-Cmax) での再現性が良く、信頼性があ

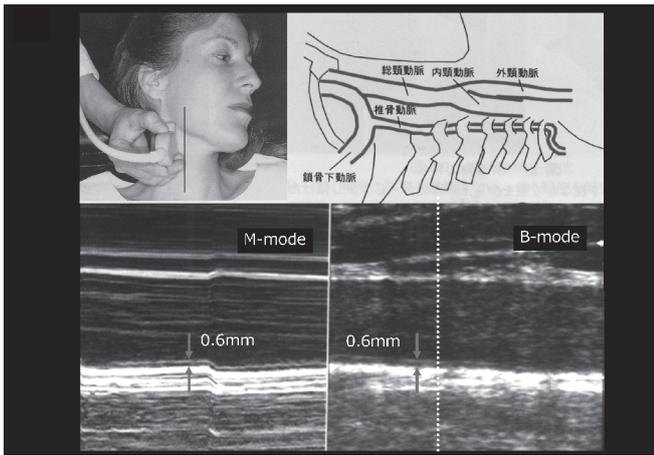


図1. 頸動脈超音波検査

上段左 検査方法：被検者は頸部を45～60°程度回旋するプローブは下顎角付近に置き頸動脈長軸像を描出する上段右 頸動脈超音波検査で観察できる範囲：総頸動脈から内頸動脈および外頸動脈の分岐は下顎角付近である下段 内中膜複合体（正常例）：総頸動脈長軸像を描出し遠位側の内中膜複合体厚（IMT）を測定する内中膜複合体はartifactとは異なり血管壁の心拍動性変化に同期するIMTの正常値は1.0mm以下である

り、血管イベントの予後や薬剤の効果判定に有効である。頸動脈洞と内頸動脈は再現性が悪いとされる。これらの理由からIMT-Cmaxが最大IMT (max-IMT) として最もよく用いられる。

IMT値は加齢と共に増加し、60歳代までは男性が女性よりもIMT値高値である。70歳以上では男女差が消失する（図2）。

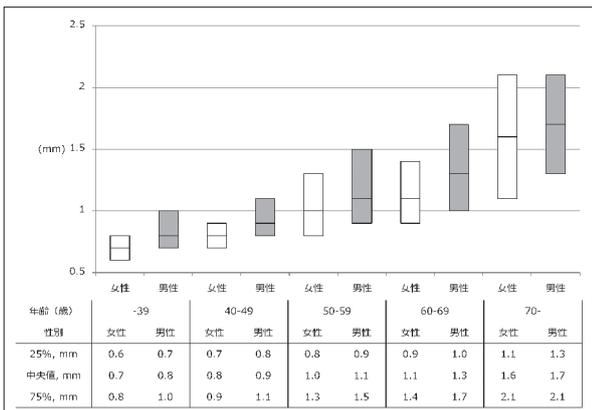


図2. 総頸動脈最大IMT値(max-IMT)値の男女年代別推移(男性n=617女性n=492沖縄総合保健協会脳ドックデータ) max-IMT値は年代と共に増加するMax-IMT値はどの年代でも男性が女性よりも高値で60歳代まで有意差があった(年齢-39歳P値<0.0001;40-49 0.007;50-59 0.003;60-69 0.0001;70- 0.4) 箱図下面—中間線—箱図上面はそれぞれ25パーセント—中央値—75パーセントを表す

IMT値は多くの動脈硬化危険因子と関連する(表1)。max-IMT値は体格、血圧、糖脂質指標、腎機能などさまざまな動脈硬化危険因子と有意

	相関係数	R二乗値	P値
年齢, 歳	0.02	0.17	<0.0001
BMI, kg/m ²	0.02	0.01	<0.0001
収縮期血圧, mmHg	0.01	0.09	<0.0001
拡張期血圧, mmHg	0.009	0.025	<0.0001
総コレステロール, mg/dl	0.002	0.017	<0.0001
中性脂肪, mg/dl	0.0004	0.007	0.006
HDLコレステロール, mg/dl	-0.003	0.008	0.003
LDLコレステロール, mg/dl	0.003	0.02	<0.0001
eGFR	-0.007	0.027	<0.0001
BUN, mg/dl	0.023	0.02	<0.0001
Cre, mg/dl	0.37	0.013	0.0002
尿酸, mg/dl	0.049	0.015	<0.0001
血糖, mg/dl	0.005	0.036	<0.0001
HbA1c, %	0.189	0.045	<0.0001

表1. 総頸動脈最大IMT値(max-IMT)値と危険因子との関連 max-IMT値は体格 血圧 糖脂質指標 腎機能などさまざまな動脈硬化危険因子と有意な関連がある 但し HDL コレステロール値とeGFR値とは逆相関にあることを注意する

な関連がある。本データには記載されていないが、喫煙もmax-IMT値を増加させる。

max-IMT値の変化は心血管病リスク評価に有用と考えられており、特に65歳の高齢者において、max-IMT ≥ 1.2mmは心血管イベントの発症率を増加させる^{3,4)}。若年者においてもmax-IMT値の上昇と心血管イベントの発症率増加と有意な関連が報告されている⁵⁾。しかし一方で、高齢者のように充分確立していないとする指摘もある。

脳ドックでは頸動脈超音波検査と頭部MRI検査の両方が行われる。頭部MRIで頻繁に遭遇する深部皮質下白質病変(いわゆる隠れ脳梗塞)は脳卒中、認知症、死亡に関連することが指摘されている⁶⁾。沖縄県総合保健協会受診者のデータを多変量解析すると、max-IMT値が0.1mm増加するに伴い、有意な深部皮質下白質病変の合併率が5%増加する(図3)。

【プラークの測定】

IMTを含み1.1mmを超える部分をプラークと定義する。頸動脈超音波検査では少なくとも総頸動脈、分岐部、内頸動脈の最大プラーク高を計測することが望ましい。プラークスコア(PS)は、左右総頸動脈、分岐部、内頸動脈に存在するプラークの高さの総和である(図4)。プラークは加齢とともにその検出頻度は増し、PS値も増大傾向を示す(図5)。また、経年的にPS値を追跡すると、体重増加に伴いPS値

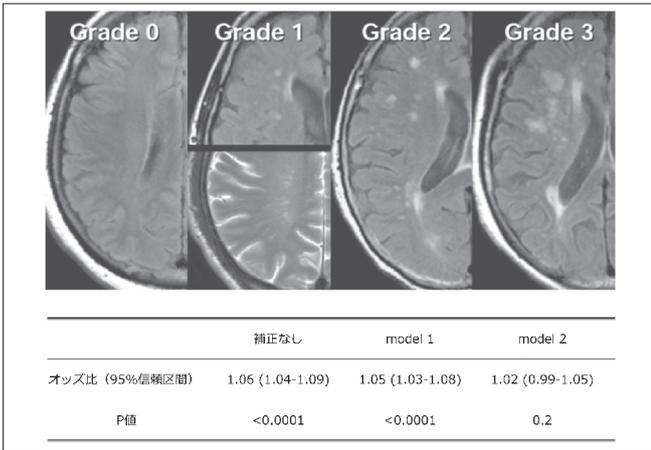


図3.max-IMT 0.1mm 増加と有意な深部皮質下白質病変 (Fazekas grade 2 以上) の合併との関連を検討した多変量ロジスティック解析
 上段. 深部皮質下白質病変のMRIをFazekas gradeごとに示す下段表. Model1 年齢 性 BMI 収縮期血圧 eGFR 総コレステロール HbA1c 値で補正. Model 2 は Model1 に年齢を加えて補正

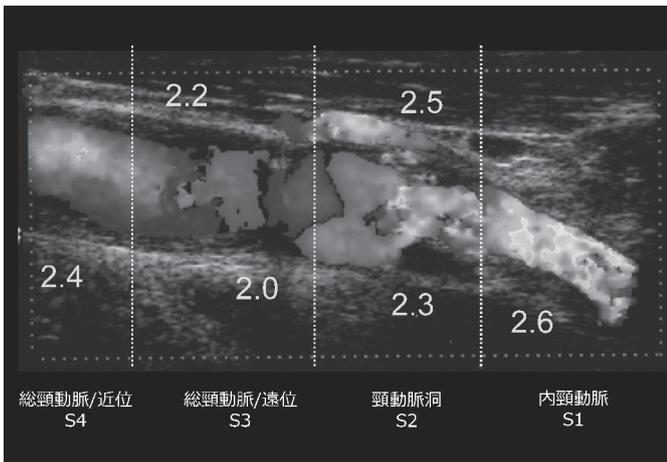


図4. 頸動脈プラークを多数有する 高度頸動脈硬化所見 IMT 値が 1.1mm 以上で隆起性形態を呈する内中膜複合体をプラークと称する
 プラークスコアは各 S1 (内頸動脈) から S4 (総頸動脈近位側) までの各部位での max-IMT 値の合計である 本例の場合 2.6 (S1) + 2.5 (S2) + 2.2 (S3) + 2.4 (S4) = 9.7 (mm) となる プラークの中には低輝度なものがあり B-mode では発見しにくいことがある カラーフローイメージを併用することでこれら低輝度プラークを発見しやすくなる

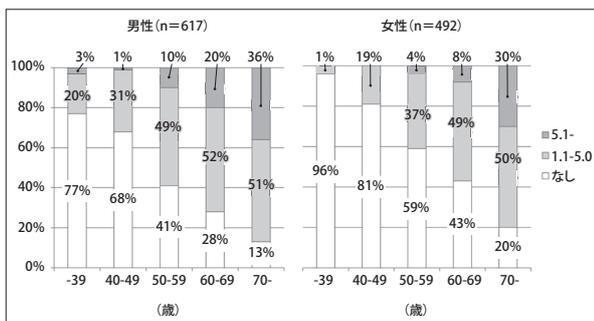


図5. プラークスコア分類の男女年代別推移
 プラークスコアも年代と共に出現率および程度が増加する 60 歳代まで男性は女性よりも動脈硬化が有意に強かった (年齢 -39 歳 P 値= 0.005; 40-49 0.05; 50-59 0.02; 60-69 0.001; 70- 0.8)

がより増大することが観察されている (図 6)。

PS 値は大きくなれば脳梗塞^{7, 8)} および虚血性心疾患⁹⁾ の発症頻度が増大する。

プラークにおけるエコー輝度の分類は、低輝度、等輝度、高輝度の 3 段階で、それぞれ血液、内中膜または近傍の筋肉、骨と輝度が近いものとする。低輝度は血栓や粥腫、等輝度は線維性組織、高輝度は石灰化と対応している。大きなプラークは通常不均一なことが多く、これらの病変が入り交じった複合病変であることが多い。エコー輝度が 2 種類以上混在しているものは、不均一プラークと表現する。少なくとも 50% 以上の狭窄を生ずるプラークは、上記エコー性状の記載が望ましい。可動性については、付着血栓・プラークの崩壊・脆弱性が関与しているため、注意して観察する。プラークに生じる潰瘍は 2mm 以上の陥凹を有するもので、それ以下の陥凹は壁不整とする。低輝度プラークは脳梗塞発症の危険性が高い⁹⁾。さらにプラーク表面に潰瘍がある場合も脳梗塞発症の危険性が高い⁷⁾。

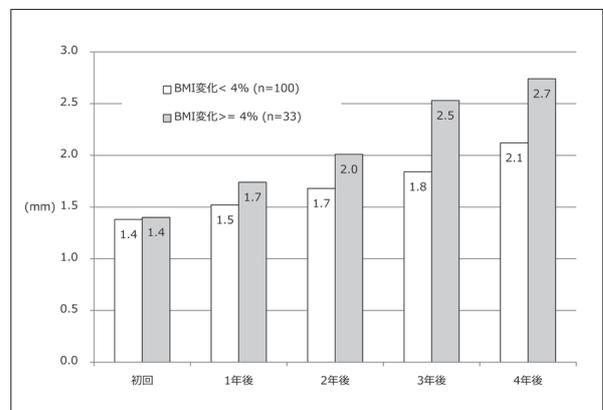


図6. 頸動脈プラークの経年増加と BMI 変化との関連
 四年間で BMI 値が 4% 以上増加したか否かでプラークスコアの経年増加を比較した BMI 増加 4% 以上の群はそうでない群と比較して プラークスコアの経年増加が増強した (p 値= 0.03) 初回検査時の BMI 値に有意差はない (平均値 (95%信頼区間) 24.4 (23.1-25.9) vs. 24.8 (22.1-27.1))

【IMT 値と PS 値をどう説明するか】

頸動脈超音波検査の多くは脳ドックあるいは労災二次検診で行われている。その場合 IMT 値や PS 値をどのように説明するか本項では私案を述べる。

①頸動脈超音波検査を初めて受ける患者さんの場合：まず頸動脈超音波検査の意義について



説明する。頸動脈超音波検査は単なる頸動脈を観察する検査ではない。全身の動脈硬化の状態を代表して行われる検査である。頸動脈の状態により、脳卒中、心筋梗塞などの心血管疾患が健常人より発症しやすい状態にあるかどうか判定することが可能である。次に max-IMT 値が性別年代別の中で高め（図 2、75 パーセントイル以上）にあるか否かを確認する。仮に高めであった場合は、同年代の健常人よりも心血管疾患になりやすい状態であることを説明する。プラークが指摘された場合も同様である。PS 値が同性、同年代の区分頻度がどれぐらいかを図 5 を参照して説明する（例、50 歳代男性、PS 値 5.5 の場合 — 同性同年代の方で、あなたと同じ程度の動脈硬化を持っているのは 10% 程度です）。IMT 値や PS 値が患者の同性同年代と比べてどの位置にあるか相対化すると、説明の具体性が増す。今後、IMT 値や PS 値が増大しないよう、生活習慣や動脈硬化危険因子の管理により積極的に取り組まれるよう説明する。

②頸動脈超音波検査を過去に受けたことがある患者さんの場合：基本的に IMT 値や PS 値は加齢に伴い増加するので、基本的には減少しないことを前提にしていることをまず説明する。その上で、IMT 値や PS 値に増加が認められなければ、生活習慣や動脈硬化危険因子管理のこれまでの取り組みについて評価する。明らかな増大があると認められた場合は、改めて生活習慣や動脈硬化危険因子の今後の取り組みについて受診者と確認する。

③複数回の検査でも動脈硬化危険因子が指摘されないのに、プラークが指摘された患者さんの場合：過去の喫煙歴がなければ、プラークは加齢に伴って出現したものと説明する。しかしながら、早朝高血圧、睡眠無呼吸症候群、インスリン抵抗性などが背後に隠れている可能性があることも説明する。

【頸動脈狭窄病変】

脳卒中や心血管疾患を有する患者、動脈硬化を複数有する患者、高齢者ではしばしば頸動脈狭窄病変を有する。頸動脈狭窄は分岐部

から内頸動脈起始部にかけて多く認められるが、頸動脈狭窄病変は必ずしも頸部血管雑音を伴わないことから、頸動脈超音波検査による頸動脈狭窄病変の検出は有用である。B-mode のみではなく、カラードプラ法を併用することで頸動脈狭窄診断の信頼性が高まる（図 7）。狭窄部の血流速度が 200 cm/sec を超えると、狭窄率が 70% 以上である可能性が高い。狭窄率 $\geq 70\%$ （症候性）または $\geq 80\%$ （無症候性）で頸動脈内膜剥離術または頸動脈ステント留置術の適応となるので、この場合は専門施設への紹介が必要となる。

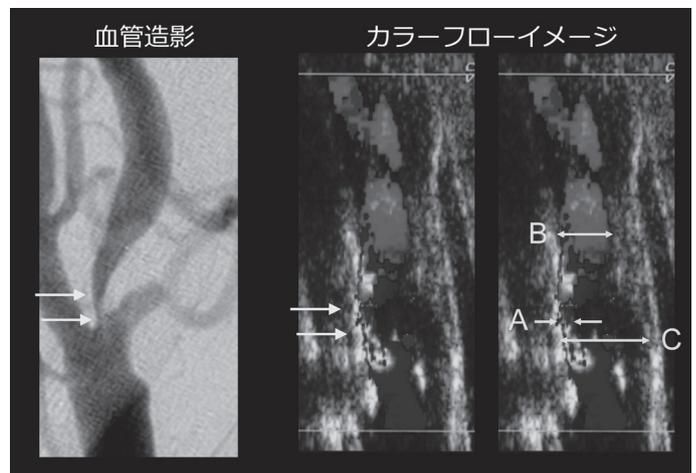


図 7. 内頸動脈起始部高度狭窄。
カラーフローイメージを用いることで、頸動脈狭窄をより明瞭に描出できる
頸動脈狭窄率には面積狭窄率と径狭窄率を測定する方法がある
径狭窄率算出方法には NASCET 法 = $(B-A) / A = 65\%$
ECST 法 = $(C-A) / A = 77\%$ がある

【椎骨動脈血流速度】

B-mode で総頸動脈長軸像を描出し、そのまま外側にプローベを平行移動させると、椎体横突起の間を走行する椎骨動脈が描出される。その際、鎖骨下動脈狭窄に伴う、椎骨動脈血流形の変化がしばしば発見される（鎖骨下動脈盗血現象）。図 8 に左鎖骨下動脈狭窄率と左椎骨動脈血流波型との関連を示す¹⁰⁾。鎖骨下動脈盗血現象は多くの場合は自覚症状を伴わないが、上腕血圧値に左右差を伴うことがある。

【最後に】

以上、頸動脈超音波検査について、早期動脈硬化病変の検出とその解釈、説明を中心に概説

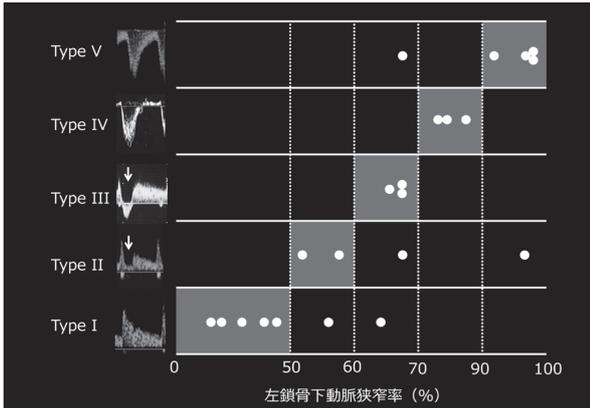


図 8. 左鎖骨下動脈狭窄率と左椎骨動脈血流波型との関連 (崎間分類) [10]
 左鎖骨下動脈狭窄率が 50%までは血流波型は正常 (Type I) であるが 50%を超えると拡張早期の血流速度が減少し始め (Type II 矢印) 60%を超えると逆流性血流が明確となる (Type III 矢印) 狭窄率進行に伴い逆流性血流は増大し 90%以上の高度狭窄または閉塞では血流波型が完全に逆転する (Type V)

した。今後、同検査が広く普及し、多くの知見が発掘されることを期待したい。

【参考文献】

1. 日本脳神経超音波学会機関紙 Neurosonology 編集委員会編：脳神経超音波マニュアル，報光社，2010.
2. 早期動脈硬化研究会：http://www.imt-ca.com/index.html
3. del Sol AI et al：Is carotid intima-media thickness useful in cardiovascular disease risk assessment？ The rotterdam study. Stroke 32：1532-1538, 2001.

4. O'Leary DH et al：Carotid-artery intima and media thickness as a risk factor for myocardial infarction and stroke in older adults. Cardiovascular health study collaborative research group. N Engl J Med 340：14-22, 1990.
5. Lorenz MW et al：Carotid intima-media thickening indicates a higher vascular risk across a wide age range：Prospective data from the carotid atherosclerosis progression study (caps) . Stroke 37：87-92, 2006.
6. DeBette S, Markus HS：The clinical importance of white matter hyperintensities on brain magnetic resonance imaging：Systematic review and meta-analysis. BMJ 341：c3666, 2010.
7. Handa N et al：Ischemic stroke events and carotid atherosclerosis. Results of the osaka follow-up study for ultrasonographic assessment of carotid atherosclerosis (the osaka study) . Stroke 26：1781-1786, 1995.
8. Nagai Y et al：Significance of earlier carotid atherosclerosis for stroke subtypes. Stroke 32：1780-1785, 2001.
9. Mathiesen EB et al：Echolucent plaques are associated with high risk of ischemic cerebrovascular events in carotid stenosis：The troms ϕ study. Circulation 103：2171-2175, 2001.
10. Sakima H et al：Correlation between the degree of left subclavian artery stenosis and the left vertebral artery waveform by pulse doppler ultrasonography. Cerebrovasc Dis 31：64-67, 2011.



Q **UESTION!**

次の問題に対し、ハガキ（本巻末綴じ）でご回答いただいた方で6割（5問中3問）以上正解した方に、日医生涯教育講座0.5単位、1カリキュラムコード（74. 高血圧症）を付与いたします。

問題

次の設問 1～5 に対して、○か×でお答え下さい。

- 問 1. 内中膜複合体厚(IMT)には男女差がない。
- 問 2. IMTは多くの動脈硬化危険因子と関連する。
- 問 3. プラークの性状は脳梗塞発症と関連しない。
- 問 4. IMT 値やプラークスコアは定期的に測定することが望ましい。
- 問 5. 頸動脈狭窄率と狭窄部血流速度は関連しない。

C **ORRECT**
A **NSWER!**

12月号(Vol.48)
の正解

**慢性腎臓病（蛋白尿と eGFR）という
“ツール”を日常診療に生かす
— CKD ビジュアルシンキング —**

問題

次の設問 1～5 に対して、○か×でお答え下さい。

- 問 1. 血清クレアチニン 1.0mg/dl の患者の腎機能は正常である
- 問 2. 尿蛋白1+,尿潜血1+だったがeGFR100ml/min/1.73 m²だったので末期腎不全に至るリスクはほとんどない。
- 問 3. 高血圧患者で尿蛋白 (+) の患者は (-) の患者に比べて心血管病のリスクが高いため心血管病の危険因子の見直しとともに尿蛋白の陰性化を目指した各危険因子の厳格な管理が必要である。
- 問 4. eGFR と検尿を用いれば腎障害の進展リスクを“見える化”できる。
- 問 5. eGFR と蛋白尿を用いれば心血管病の発症リスクを“見える化”できる。

正解 1.× 2.× 3.○ 4.○ 5.○