

AMCoR

Asahikawa Medical University Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

臨床病理 (2010.08) 58巻8号:809～815.

心血管系に潜む病をエコーで探る
頸動脈エコーで全身の動脈硬化の程度を把握する

赤坂和美, 高井理江, 齊藤江里香, 紀野修一, 伊藤喜久,
長谷部直幸, 笹嶋唯博

シンポジウム7：心血管系に潜む病をエコーで探る
頸動脈エコーで全身の動脈硬化の程度を把握する

Investigation for atherosclerosis with carotid ultrasonography

赤坂和美, 高井理江, 齊藤江里香, 紀野修一, 伊藤喜久, 長谷部直幸, 笹嶋唯博

旭川医科大学病院 臨床検査・輸血部

旭川医科大学 循環・呼吸・神経病態内科学

旭川医科大学 臨床検査医学

旭川医科大学 循環・呼吸・腫瘍病態外科学

Kazumi Akasaka, MD, Rie Takai, Erika Saito, MD, Shuichi Kino, MD, Yoshihisa Ito, MD,
Naoyuki Hasebe, MD, Tadahiro Sasajima, MD

Department of Medical Laboratory and Blood Center, Asahikawa Medical College Hospital
Midorigaoka-higashi 2-1-1-1, Asahikawa, Hokkaido, JAPAN.

Corresponding Author: Kazumi Akasaka

Carotid ultrasonography, 頸動脈エコー

Intima-media thickness, 内中膜複合体厚

Stiffness parameter β , スティッフネス・パラメータ β

Peripheral arterial disease, 末梢動脈疾患

Cerebral infarction, 脳梗塞

Coronary artery disease, 冠動脈疾患

【はじめに】近年，生活習慣病や動脈硬化性疾患の増加により，日常診療においても動脈硬化の評価が重要となっている．頸動脈は脳血管の一部であるが，全身の動脈硬化度を反映する「動脈硬化の窓」といわれている．頸動脈エコー検査は非侵襲的に簡便に定量的評価ができ，危険因子を有する症例における動脈硬化のスクリーニング検査として有用である．本稿では，頸動脈エコー検査について，その意義を概説し，動脈硬化性疾患における所見について自験データを示す．

【頸動脈エコー検査の意義】頸動脈における内膜中膜複合体厚（intima-media thickness: IMT）は年齢以外にも，高血圧症，脂質異常症，糖尿病，喫煙などの動脈硬化危険因子により肥厚する．これら危険因子の集積によりさらにIMTは肥厚すること¹⁾や，頸動脈IMTは心筋梗塞や脳梗塞などの心血管系イベントの強力な予測因子であること²⁾³⁾，さらにこのことは心血管疾患の既往がない群や若年者においても同様で

あること⁴⁾⁵⁾が報告されている。したがって心血管イベントなどをエンドポイントとせず、頸動脈のIMTを代理エンドポイントとして用いて動脈硬化が評価されるようになってきている。

頸動脈病変の存在が疑われる場合のみならず、閉塞性動脈硬化症の術前評価などにおいても頸動脈エコー検査の果たす役割は大きい。動脈硬化性変化は全身における変化であるために、末梢動脈疾患、冠動脈疾患、脳血管疾患は合併することが多く、心血管疾患の診療においては、可能な限り非侵襲的に検査を行いながら、全身の脈管を包括的に評価し、優先順位を考慮しながら治療戦略をたてなくてはならないためである。超音波医学会による頸動脈超音波検査の適応は、1) 頸動脈の狭窄および閉塞病変が疑われる疾患（脳血管障害、椎骨脳底動脈環流不全、高安病など）や臨床的所見（片麻痺、動脈雑音、脈拍減弱など）がある場合、2) 他の領域の動脈硬化性疾患

(冠動脈疾患，閉塞性動脈硬化症，大動脈瘤)を有し，侵襲的治療の適応となる場合であるが，3)動脈硬化危険因子(糖尿病，脂質異常症，高血圧，喫煙，肥満など)を持っており，動脈硬化の進行の可能性がある場合も検査の適応とされている⁶⁾．早期動脈硬化評価から頸動脈病変の治療法選択，さらには非薬物治療後の経過観察など，目的に応じた検査を行う必要がある．近年は薬物によるIMT肥厚の退縮効果や，糖尿病コントロールによるIMT肥厚の進展阻止効果が報告されており，内科的治療効果判定の意味からも注目されている．

【動脈硬化性疾患のオーバーラップ】

[目的] 動脈硬化性疾患は互いに合併することが多いことが知られている⁷⁾．このオーバーラップによる頸動脈のIMT，有意狭窄病変への影響を調べること．

[対象と方法] 2008年6月から2009年5月までに当院において施行した頸動脈エコー検査392例

中，脳梗塞急性期 19 例，急性動脈閉塞 2 例，大動脈炎症候群 1 例，50 歳未満の 17 例を除外した 353 例を対象とした．脳血管障害（CVA），冠動脈疾患（CAD），末梢動脈疾患（PAD）を合併する集積数により群分けし，頸動脈エコー所見について比較した．CVA は脳梗塞の既往，頸動脈ステント術後，内膜剝離術後，MRI での脳梗塞所見を有するものとした．CAD は陳旧性心筋梗塞，急性心筋梗塞，冠動脈バイパス術後，冠動脈インターベンション後，冠動脈造影での有意狭窄病変を有するもの，PAD は下肢動脈バイパス術後，血管内治療術後，閉塞性動脈硬化症で Fontaine 分類 II 度以上のものとした．頸動脈エコー所見は総頸動脈の maxIMT（maxIMT(CCA)）と頸動脈球部から内頸動脈における maxIMT（maxIMT(Bif. ～ ICA)）を左右の平均値として求めた．有意狭窄病変は NASCET 70 % 以上，あるいは狭窄部最高血流速度が 200cm/s 以上とした．超音波装置は Aloka 社製 prosound6500，α 10，GE 社製 Vivid7 でリニア型探触子を用いた．測定値は平均値 ± 標

準偏差で示し，統計学的処理は2群の比較においては Student's t 検定を，3群以上の比較においては scheffe の検定を用い， $p < 0.05$ を有意差の判定とした．

[結果] 動脈硬化性疾患の集積数が0個は高血圧症，糖尿病，脂質異常症など158例，1個は139例でCVA 26例，CAD 57例，PAD 56例，2個は47例でCVA + CAD 6例，CVA + PAD 20例，CAD + PAD 21例，CVA + CAD + PADの3個は9例であった．平均年齢と男女比は集積数0個で 70.2 ± 8.6 （平均±標準偏差）歳，男性104例：女性54例，集積数1個においては 71.6 ± 8.6 歳，116：23，集積数2個においては 71.2 ± 8.7 歳，35：12，集積数3個では 69.8 ± 8.4 歳，全例男性であった．

maxIMT(CCA)は集積数0個で 1.10 ± 0.51 mm，集積数1個で 1.38 ± 0.63 mm，集積数2個で 1.69 ± 0.65 mm，集積数3個で 2.01 ± 0.67 mmであり，集積数0個では1個，2個に比しmaxIMT(CCA)は有意に低値（ともに $p < 0.01$ ）であり，1個は2個に比し有意に低値（ $p < 0.01$ ）であった（Fig.1）. maxIMT(Bif. ～

ICA) は集積数 0 個で 1.75 ± 0.82 mm , 集積数 1 個で 2.16 ± 0.85 mm , 集積数 2 個で 2.47 ± 0.72 mm , 集積数 3 個で 2.86 ± 0.77 mm であり , 集積数 0 個では他に比して maxIMT(Bif. ~ ICA) が有意に低値 ($p < 0.01$: 0 個 vs 1 個 , 0 個 vs 2 個 , $p < 0.05$: 0 個 vs 3 個) であった (Fig.1).

各動脈硬化性疾患の合併により , maxIMT(CCA) は有意に高値となった . CVA を合併する 61 例の maxIMT(CCA) は合併しない 292 例に比して有意に高値であった (1.61 ± 0.66 vs 1.25 ± 0.60 mm , $p < 0.001$).

CAD を合併する 93 例の maxIMT(CCA) は合併しない 260 例に比して有意に高値であった (1.45 ± 0.67 vs 1.26 ± 0.60 mm , $p < 0.05$). PAD を合併する 106 例の

maxIMT(CCA) は合併しない 247 例に比して有意に高値であった (1.62 ± 0.67 vs 1.18 ± 0.55 mm , $p < 0.001$).

maxIMT(Bif. ~ ICA) も各動脈硬化性疾患の合併により有意に高値であった . CVA 合併 2.37 ± 0.87 vs 非合併 1.96 ± 0.85 mm ($p < 0.001$), IHD 合併 2.20 ± 0.84 vs 非合併 1.96 ± 0.87 mm ($p < 0.05$), PAD 合併 2.40 ± 0.75 vs 非合併 1.87 ± 0.86 mm ($p < 0.001$).

しかし，動脈硬化性疾患の集積数 1 個の 139 例において，合併する動脈硬化性疾患の違いによって maxIMT(CCA) に有意差を認めなかった（CVA 合併例 1.32 ± 0.49 mm，CAD 合併例 1.29 ± 0.67 mm，PAD 合併例 1.49 ± 0.65 mm）（Fig.2）. maxIMT(Bif. ～ ICA) も同様に合併する動脈硬化性疾患により有意差を認めなかった（CVA 合併例 2.18 ± 0.93 mm，CAD 合併例 1.95 ± 0.83 mm，PAD 合併例 2.32 ± 0.81 mm）（Fig.2）.

PAD のみ合併の 56 例中，術後を除いた閉塞性動脈硬化症 46 例について，Fontaine 分類による重症度と maxIMT(CCA) を比較した．Fontaine 分類 II 度 25 例の maxIMT(CCA) は 1.45 ± 0.61 mm，III 度 6 例は 1.12 ± 0.54 mm，IV 度 15 例は 1.46 ± 0.56 mm であり，有意差を認めなかった．maxIMT(Bif. ～ ICA) も同様に II 度は 2.22 ± 0.60 mm，III 度は 2.04 ± 0.87 mm，IV 度は 2.14 ± 0.73 mm であり，有意差を認めなかった．

頸動脈有意狭窄あるいは閉塞を左右いずれかに認めたのは，集積数 0 個では 7 例 4.4%（狭窄 5 例，閉塞 2 例）であったが，集積数 1 個では 11 例 7.9%（狭窄 9 例，閉塞 2 例），集積数

2 個では 10 例 21.3 % (狭窄 6 例 , 閉塞 4 例) , 集積数 3 個では 3 例 33.3 % (狭窄 3 例) であり , 段階的に増加した (Fig.3) .

[考案] Mannami ら¹⁾ は危険因子の集積により , プラークスコアや maxIMT が有意に増大することを報告しているが , すでに合併症として発症した動脈硬化性疾患の集積が増す , すなわち動脈硬化性疾患が様々な臓器・血管において認められるとともに , maxIMT が段階的に増加していることは興味深いと思われた . 合併する動脈硬化性疾患の違いによる IMT については , 今までに比較の報告はなされていない .

Olijhoek ら⁷⁾ の動脈硬化性疾患 1045 例における meanIMT の報告では , 他の疾患に比較して CAD 合併は meanIMT が低値の傾向があるものの , 疾患間の統計学的検討はなされておらず不明である . 今回の結果も彼らの報告と著しく異なるものではないと思われるが , 疾患の重症度など比較が難しい側面を有していることのほかに , 今回の検討では症例数が少ないため , さらに

検討を要すると考える。IMTとGensini scoreによる冠動脈硬化進展度や病変枝数との間には有意な相関が認められるとの報告がある⁸⁾⁹⁾ものの、今回の検討においてはPADのFontaine分類による重症度とmaxIMTとの間に明らかな差異を認めなかった。これはCADとPADにおける動脈硬化進展の病態の何らかの違いを反映しているものかもしれないが、多い症例数での検討が望まれる。

【まとめ】頸動脈エコーでのmaxIMTは、合併する動脈硬化性疾患の種類によるのではなく、動脈硬化性疾患の集積数の増加とともに高値を示した。

【メタボリックシンドロームにおける頸動脈エコー所見】

【背景】血管弾性の指標である脈波伝播速度は動脈硬化性疾患の予後との関連性が注目されており、日常臨床においては上腕一足関節間脈波伝播速度（baPWV）が用いられている。超音波検査においてもエコートラッキングを用いた血管弾性の評価がおこなわれるように

な っ た .

[目 的] メ タ ボ リ ッ ク シ ン ド ロ ー ム (MS) に
お い て , 総 頸 動 脈 径 の 変 化 か ら 求 め た 局 所 の
血 管 弾 性 指 標 で あ る stiffness parameter β を 計 測 し ,
そ の 意 義 を 検 討 す る こ と .

[対 象 と 方 法] 対 象 は 男 性 38 例 . 2005 年 に 日 本
の 8 学 会 合 同 で 作 成 さ れ た メ タ ボ リ ッ ク シ ン
ド ロ ー ム 診 断 基 準 に 基 づ い て , 腹 囲 が 85cm 以 上
で あ り , 診 断 基 準 の 2 項 目 以 上 に 該 当 す る MS
該 当 群 18 例 , 腹 囲 が 85cm 以 上 で あ り , 診 断 基 準
の 1 項 目 に 該 当 す る MS 予 備 群 12 例 , 腹 囲 が 85cm
未 満 の 対 照 群 8 例 に 分 類 し た . 降 圧 薬 の 内 服
は MS 該 当 群 の 8 例 , MS 予 備 群 の 3 例 に 認 め た
が , 対 照 群 に は 認 め な か っ た . 喫 煙 者 は MS 該
当 群 6 例 , MS 予 備 群 6 例 , 対 照 群 5 例 で あ っ
た . 超 音 波 装 置 は Aloka 社 製 α 10 で リ ニ ア 型 探
触 子 を 用 い た . stiffness parameter β は 頸 動 脈 分 岐 部
よ り 1 ~ 2cm 中 枢 側 で プ ラ ー ク を 認 め な い 部 分
に お い て 計 測 し た (Fig.4). 平 均 内 中 膜 複 合 体
厚 (meanIMT) は 総 頸 動 脈 に お け る maxIMT と そ の 中

枢側と末梢側各々1cmの部位におけるIMTの平均値である。日本コーリン社製formPWV/ABIを用いてbaPWVを測定した。stiffness parameter β , meanIMT , maxIMT (CCA) , baPWVは左右の平均値をその症例の測定値とした。血液生化学的検査として空腹時血糖 (FBS), 中性脂肪 (TG), HDL-コレステロール (HDL-C), HOMA-Rを測定した。測定値は平均値±標準偏差で示し、統計学的処理は単回帰分析、3群の比較においてはFisher's PLSD法を用い、 $p < 0.05$ を有意差の判定とした。

[結果] β はbaPWVと $r = 0.81$, $p < 0.0001$ の強い正の相関関係にあった。 β とmeanIMT , 年齢 , 検査時の収縮期血圧は各々正の相関関係 ($r = 0.63$, $p < 0.0001$, $r = 0.46$, $p < 0.01$, $r = 0.45$, $p < 0.01$) にあった。平均年齢は3群間において差を認めなかった (MS該当群 55.8 ± 6.9 歳 , MS予備群 55.2 ± 5.7 歳 , 対照群 55.0 ± 9.7 歳)。MS該当群の β (10.95 ± 2.82) はMS予備群 (8.82 ± 1.69) と対照群 (7.90 ± 1.78) に比して有意に高値であった ($p < 0.05$, $p < 0.01$) (Fig.5)。baPWVもMS

該当群 (1549 ± 179 cm/s) は MS 予備群 (1417 ± 148 cm/s) と対照群 (1357 ± 171 cm/s) に比して有意に高値であった ($p < 0.05$, $p < 0.01$). MS 該当群の meanIMT (0.91 ± 0.24 mm) は対照群 (0.73 ± 0.17 mm) に比して有意に高値であった ($p < 0.05$) が , MS 該当群と MS 予備群 (0.83 ± 0.17 mm) の間には有意差を認めなかった (Fig.6). maxIMT (CCA) は 3 群間に統計学的有意差を認めなかった (MS 該当群 1.26 ± 0.60 mm , MS 予備群 1.02 ± 0.28 mm , 対照群 0.84 ± 0.20 mm). 検査時の収縮期血圧は MS 該当群 (131.9 ± 14.1 mmHg) では MS 予備群 (124.9 ± 16.8 mmHg) や対照群 (117.6 ± 12.6 mmHg) に比して高値の傾向にあったが , 有意差は認めなかった . 血液生化学的検査において , FBS は MS 該当群 (110.7 ± 20.5 mg/dl) において対照群 (92.3 ± 7.2 mg/dl) に比して有意に高値 ($p < 0.05$) であったが , MS 予備群 (101.8 ± 13.3 mg/dl) とは有意差を認めなかった . HOMA-R も MS 該当群 (2.35 ± 1.89) において対照群 (0.83 ± 0.67) に比して有意に高値 ($p < 0.05$) であったが , MS 予備群 (1.53 ± 0.98)

とは有意差を認めず，HDL-Cにおいても同様
(MS該当群：47.3 ± 11.9，MS予備群52.3 ± 13.8，
対照群61.9 ± 12.6 mg/dl， $p < 0.05$ ：MS該当群 vs 対照
群)であった．TGは3群において差を認めな
かった(MS該当群：185.1 ± 115.9，MS予備群
147.6 ± 70.5，対照群166.7 ± 166.8 mg/dl)．

[考案] 沖本ら¹⁰⁾は，糖尿病患者において，
危険因子の集積とともにmaxIMTやプラークスコ
アで計測される形態学的異常が変化するばか
りではなく，baPWVや頸動脈血管壁の弾性特性
も変化すること，さらにはIMT肥厚を呈さない
群においては，頸動脈の血管弾性のみが危険
因子の集積と関連したことを報告している．
このことより，頸動脈の血管弾性は，特に代
謝異常の関与する早期動脈硬化の評価に有用
である可能性が示唆され，今回の結果もこれ
に矛盾しないものである．頸動脈エコー検査
において，2Dによる形態学的評価とともに
頸動脈の弾性を評価できることは，日常臨床
においても有用であると考えられた． β の測

定は baPWV ほど簡便ではないものの、慣れると煩雑なものではなく、形態学的評価に引き続いて行うことで安静時間も確保でき、患者にとってのメリットも大きい。

[まとめ] MS 該当群の β と baPWV は、対照群に比して高値であるばかりでなく、MS 予備群に比しても有意に高値であった。Stiffness parameter β は baPWV と同様に、動脈硬化の臨床的一指標になりうると考えられ、メタボリックシンドロームでは、総頸動脈の血管弾性が段階的に低下していくことが示唆された。

【おわりに】頸動脈エコー検査は、全身動脈硬化の程度の把握はもちろん、早期動脈硬化の評価から、頸動脈狭窄の評価とその侵襲的治療後の評価など、様々な状況において有用な非侵襲的検査である。わが国の生活習慣病や動脈硬化性疾患の増加に伴い、ますますその重要性は高まっていくことと思われる。

1) Mannami T, Baba S, Ogata J. Strong and significant relationships between

aggregation of major coronary risk factors and the acceleration of carotid atherosclerosis in the general population of a Japanese city. The Suita Study.

Arch Intern Med 2000; 160: 2297-303.

2) Chambless LE, Heiss G, Folsom AR, et al. Association of coronary heart disease incidence with carotid arterial wall thickness and major risk factors: The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study, 1987-1993. Am J Epidemiol 1997; 146: 483-94.

3) Chambless LE, Folsom AR, Clegg LX, et al. Carotid wall thickness is predictive of incident clinical stroke. The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. Am J Epidemiol 2000; 151: 478-84.

4) O'leary DH, Polak JF, Kronmal RA, et al. Carotid-artery intima and media thickness as a risk factor for myocardial infarction and stroke in older adults. New Engl J Med 1999; 340: 14-22.

5) Lorentz MW, von Kegler S, Steinmetz H, 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 2006; 37: 87-92.

6) 日本超音波医学会用語診断基準委員会 . 超音波による頸動脈病変の標準的評価法 (案). 超音波医学 2008; 35(2): 202-209.

7) Olijhoek JK, van der Graaf Y, Banga JD, et al. The metabolic syndrome is associated with advanced vascular damage in patients with coronary heart disease, stroke, peripheral arterial disease or abdominal aortic aneurysm. Eur Heart J 2004; 25: 342-8.

8) Kablak-Ziembicka A, Tracz W, Przewlocki T, et al. Association of increased carotid intima-media thickness with the extent of coronary artery disease. Heart 2004; 90: 1286-90.

9) Matsushima Y, Kawano H, Koide Y, et al. Relationship of carotid intima-media thickness, pulse wave velocity, and ankle brachial index to the severity of coronary artery atherosclerosis. Clin Cardiol 2004; 27: 629-34.

10) Okimoto H, Ishigaki Y, Koiwa Y, et al. A novel method for evaluating human carotid artery elasticity: possible detection of early stage atherosclerosis in subjects with type 2 diabetes. Atherosclerosis 2008; 196: 391-7.

Carotid ultrasonography is useful for the patients in early stage of atherosclerosis or with manifest vascular disease. We can assess the intima-media thickness (IMT), stenosis and also elasticity of carotid artery noninvasively. IMT is well known as a strong predictor of future vascular events and surrogate maker for atherosclerosis.

We examined 353 consecutive subjects (coronary artery disease: n= 92, cerebral vascular disease: n= 62, peripheral arterial disease: n= 104), whether the accumulation of vascular diseases may affect IMT. Maximum IMT of common carotid artery is greater with increasing numbers of vascular diseases (no vascular disease 1.10±0.51, one vascular disease 1.38±0.63, two vascular diseases 1.69±0.65, three vascular diseases 2.01±0.67 mm, p<0.01 non vs one vascular disease, one vs two vascular diseases). The accumulation of vascular diseases, independent of types of vascular lesion, accelerates carotid atherosclerosis. Stiffness parameter β of carotid artery is related to brachial-to-ankle pulse wave velocity (baPWV) (n = 38, r = 0.81, p < 0.0001). Stiffness parameter β (10.95± 2.8) and baPWV (1549± 179 cm/s) in metabolic syndrome (MetS) group (n= 18) is higher than preliminary MetS group (n= 12, 8.82± 1.69, 1417± 148 cm/s) and control group (n= 8, 7.90± 1.78, 1357± 171 cm/s). Mean IMT of common carotid artery is not different between MetS group and preliminary MetS group. Morphological and functional change in atherosclerosis can be evaluated by carotid ultrasonography.

Figure legends

Figure 1

The accumulation of vascular diseases and maximum intima-media thickness (maxIMT).

Left: MaxIMT of common carotid artery (CCA) was greater with increasing numbers of vascular diseases.

Right: MaxIMT of bulbous and internal carotid artery (Bif.~ICA) was greater with increasing numbers of vascular diseases.

Figure 2

Type of vascular diseases and maximum intima-media thickness (maxIMT).

Left: MaxIMT of common carotid artery (CCA) was independent of types of vascular lesion.

Right: MaxIMT of bulbous and internal carotid artery (Bif.~ICA) was independent of types of vascular lesion.

Figure 3

The accumulation of vascular diseases and rate of carotid arterial stenosis or occlusion.

The rate of carotid arterial lesion was greater with increasing numbers of vascular

diseases.

Figure 4

Stiffness parameter β .

Ps: systolic blood pressure, Pd: diastolic blood pressure, Ds: maximum diameter of vessel, Dd: minimum diameter of vessel.

Figure 5

Arterial elasticity and metabolic syndrome (MetS).

Left: Stiffness parameter β of common carotid artery was increased in MetS and preliminary MetS, compared with control. Stiffness parameter β in MetS was different from that in preliminary MetS, significantly.

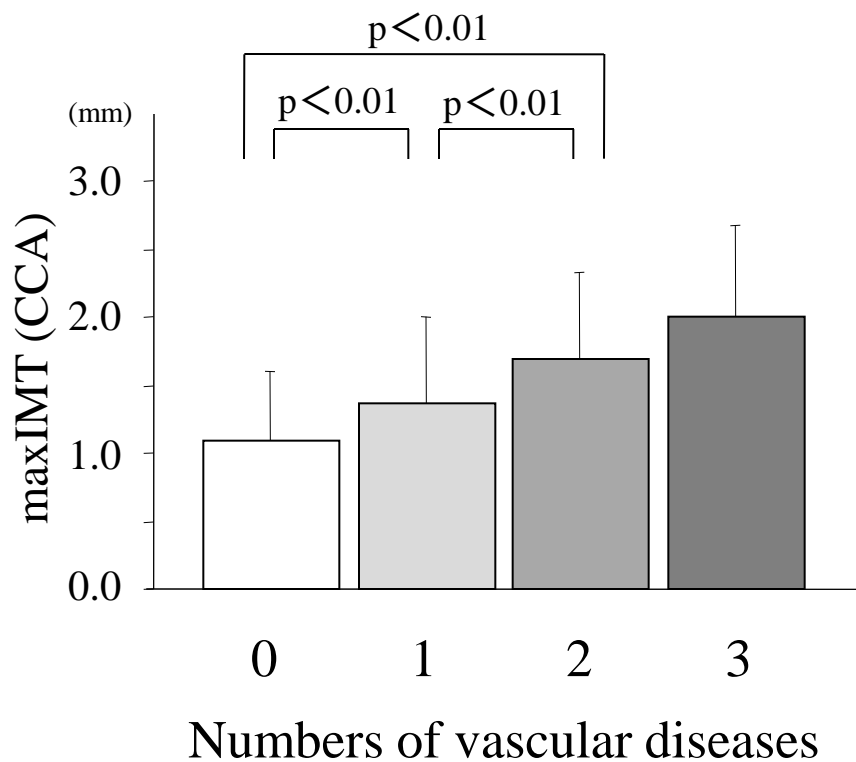
Right: Brachial-to-ankle pulse wave velocity (baPWV) was increased in MetS and preliminary MetS, compared with control. In MetS, baPWV was significantly larger than in preliminary MetS.

Figure 6

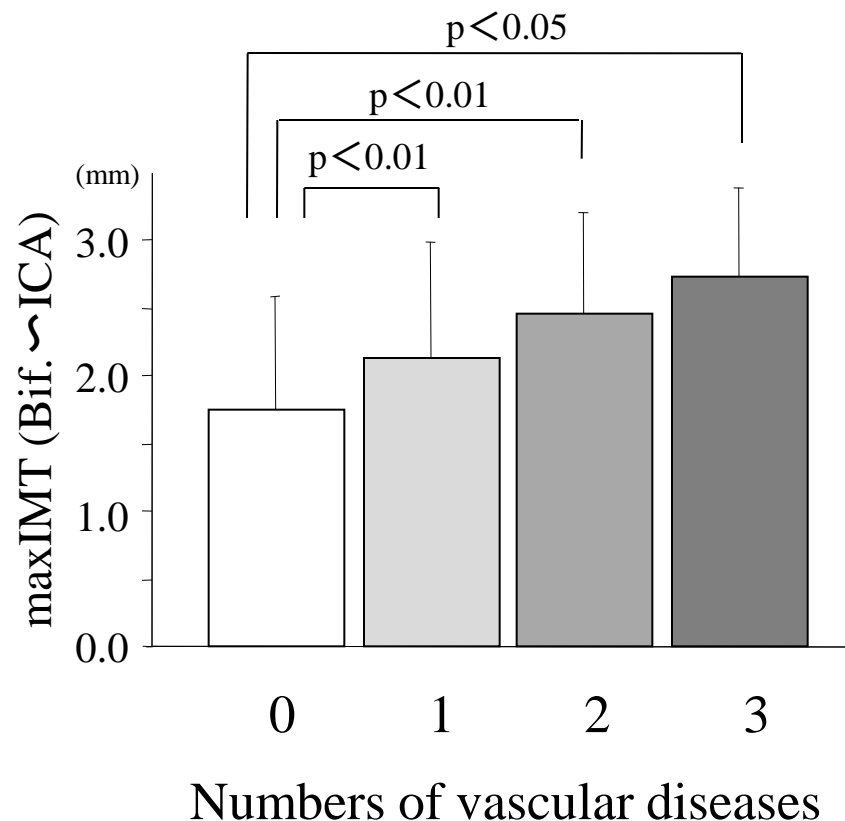
Left: Mean intima-media thickness (IMT) of common carotid artery (CCA) in MetS was significantly larger than control. Mean IMT in MetS was not different from that in preliminary MetS, significantly.

Right: Maximum IMT (maxIMT) of CCA in MetS was larger than in control, but it is not significant statistically.

maxIMT (CCA)

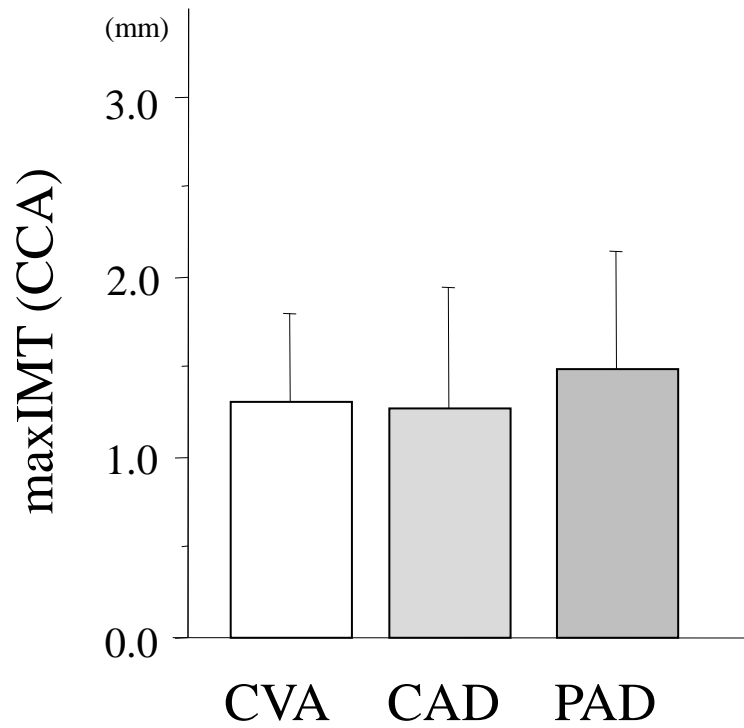


maxIMT (Bif. ~ ICA)

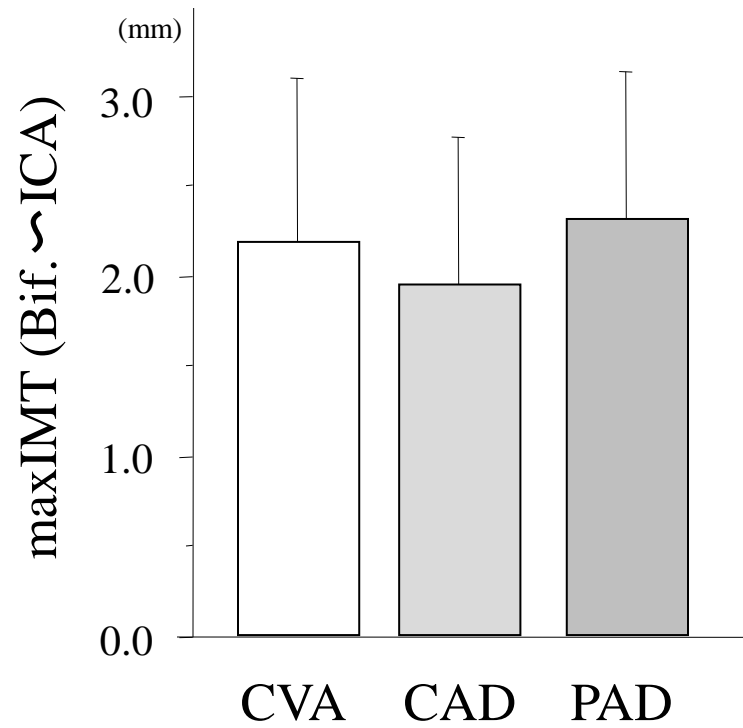


(mean ± S.D.)

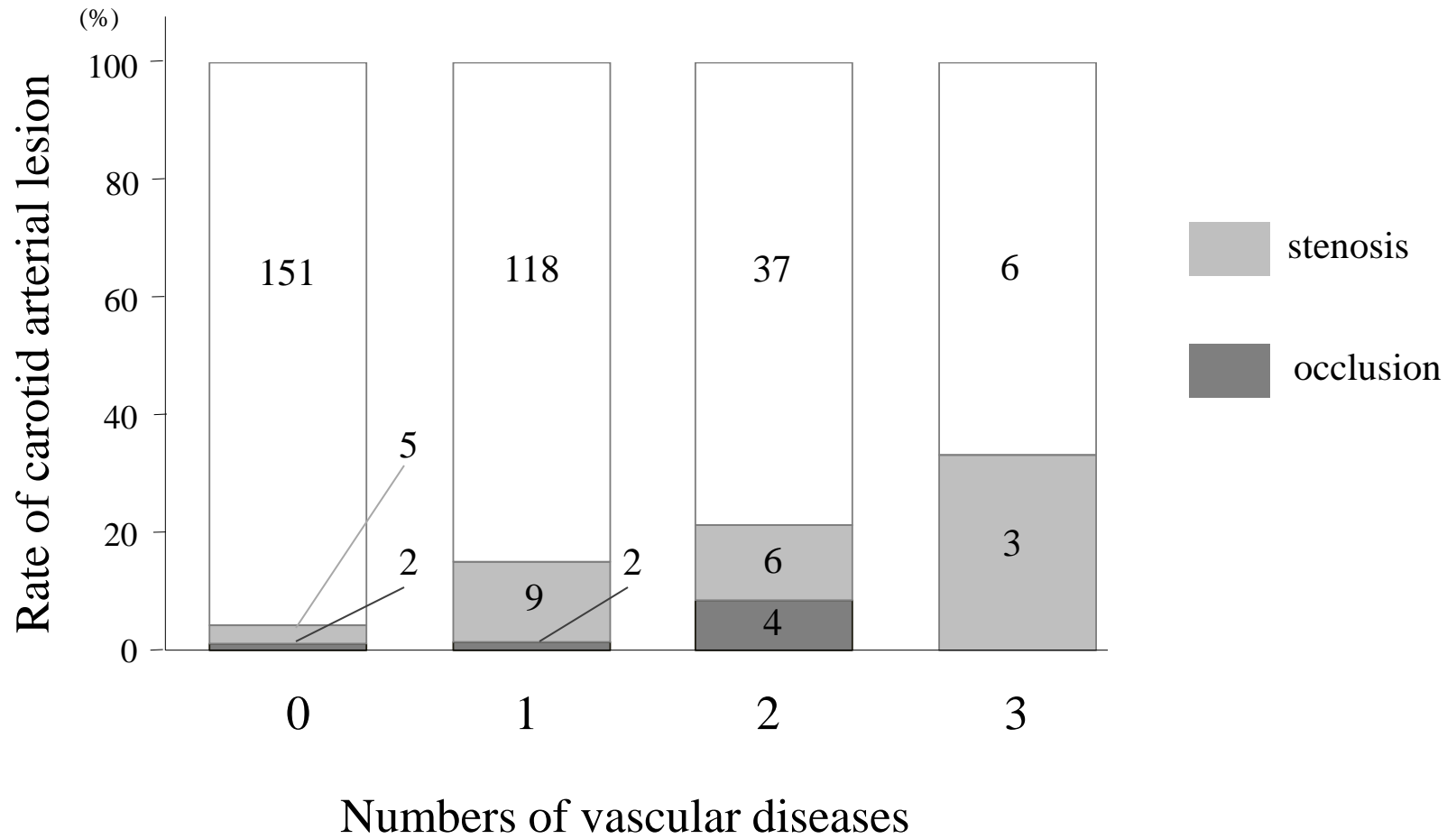
maxIMT (CCA)



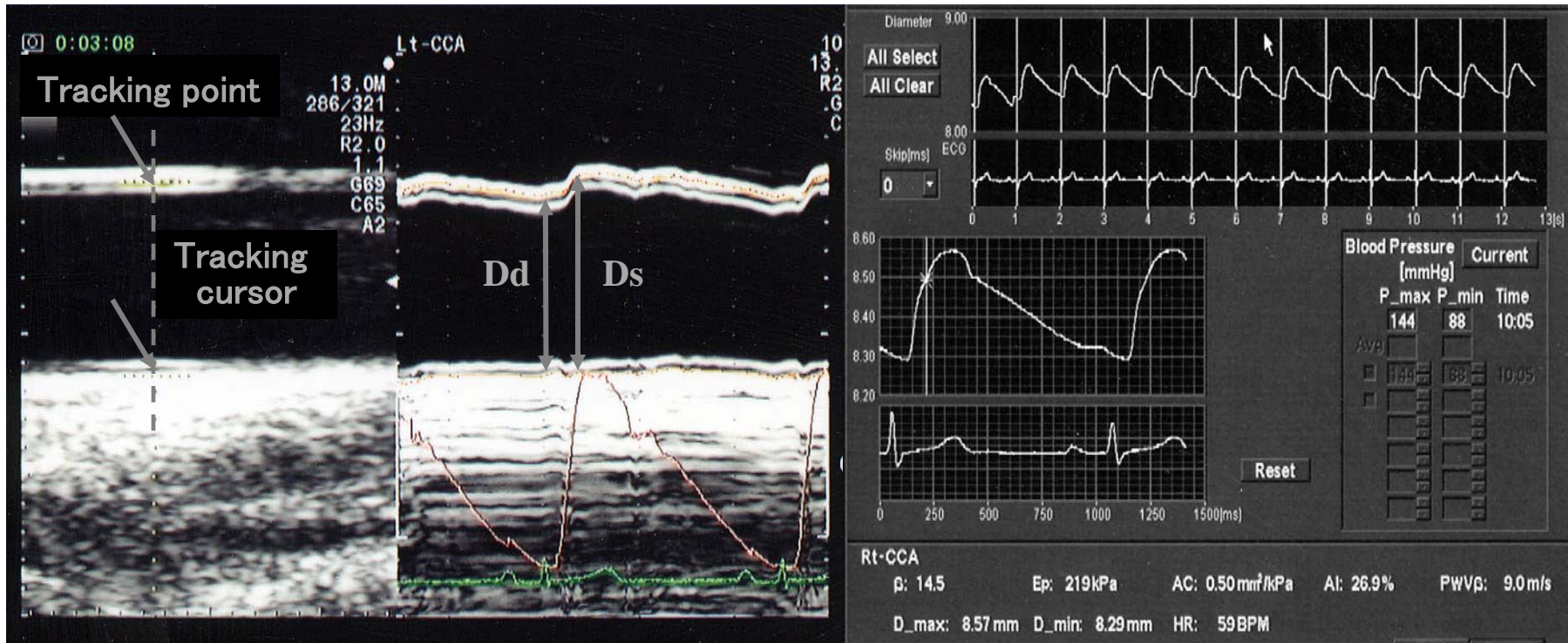
maxIMT (Bif. ~ ICA)



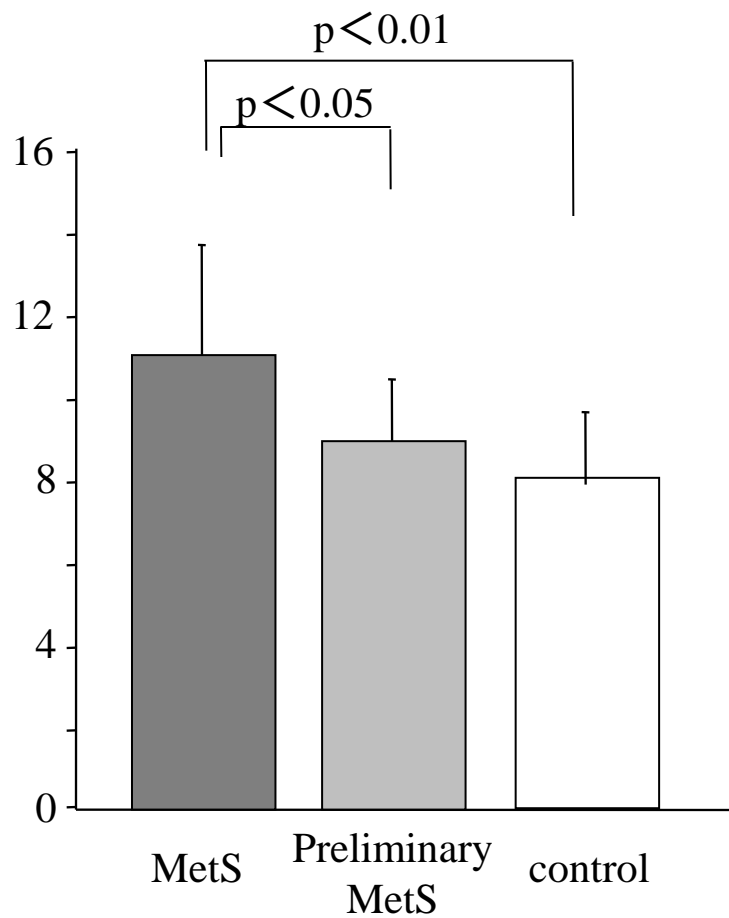
(mean \pm S.D.)



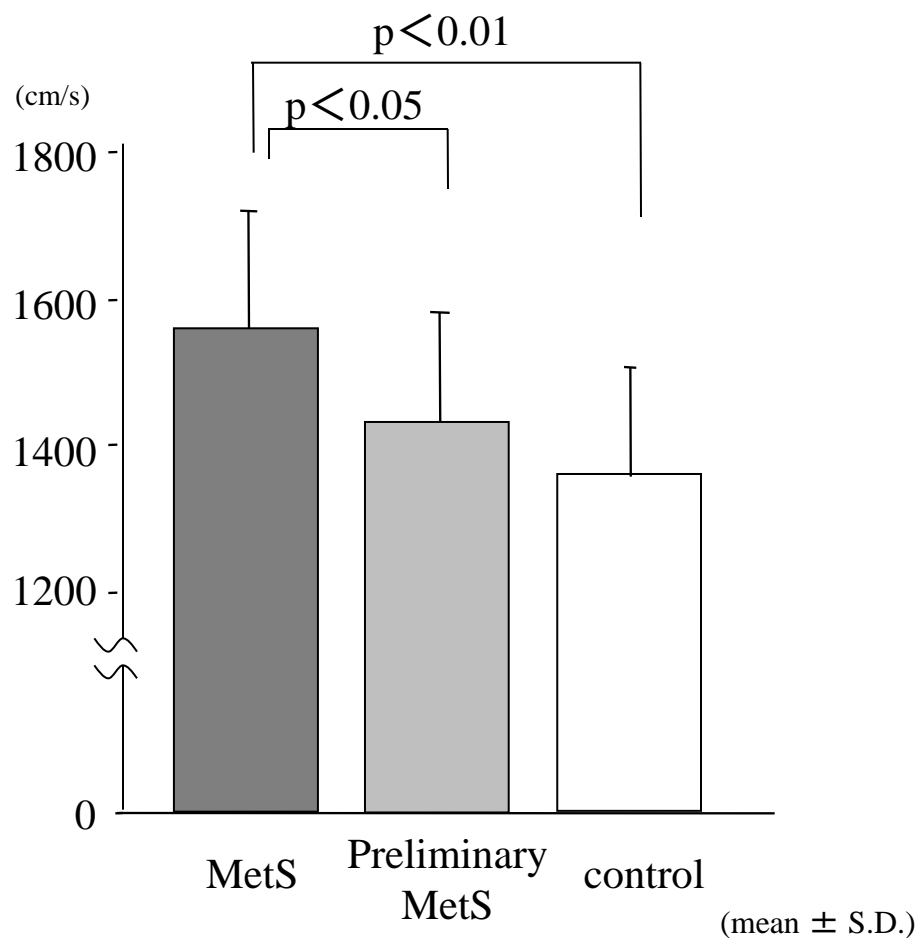
$$\beta = \frac{\ln(P_s/P_d)}{(D_s - D_d) / D_d}$$



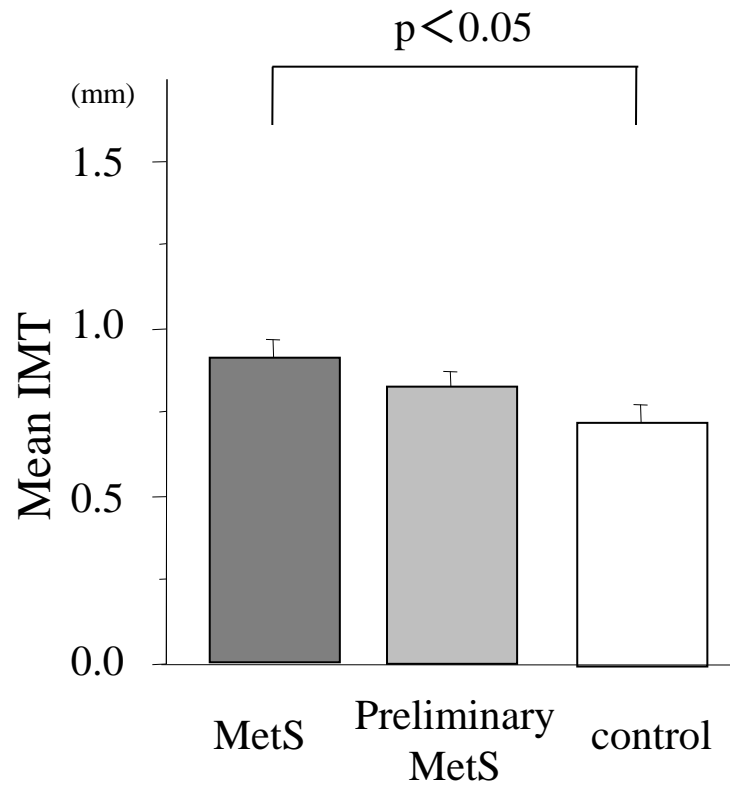
β



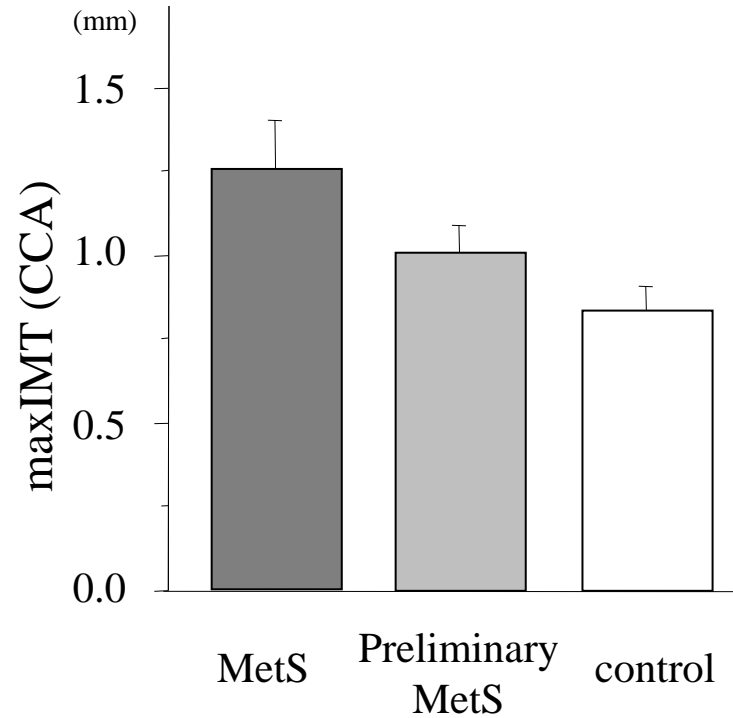
baPWV



meanIMT



maxIMT (CCA)



(mean \pm S.D.)