

日本の高血圧, 世界の高血圧⑤

マイクロニュートリエント (ミネラル) 摂取量と血圧値

佐々木敏* 岡山 明* 上島弘嗣*

はじめに

疫学研究より得られた食塩 (ナトリウム: Na) 摂取量と血圧値との関係については、この連載のなかですでに何度か触れてきた。Na のほかに、カルシウム (Ca) など体液中に存在するイオンは、さまざまな機序で血圧のコントロールに関与している。したがって、それらの摂取量と血圧値とのあいだにおける何らかの関係の存在が考えられてきた。

ここでは、おもな 4 種類の陽イオンの摂取量と血圧値との関連について、代表的な疫学研究の結果をもとに簡単に述べることにする。これら陽イオンは一般的にはミネラルとよばれ、栄養学ではエネルギー源となる栄養素の総称であるマクロニュートリエントに対して、微量金属類とともにマイクロニュートリエントに分類されることが多い。また摂取量では“マイクロ”ニュートリエントではないが、血圧値との関係が議論されている食物繊維 (ダイエタリー・ファイバー) についても簡単に触れることにしたい。

ナトリウム: 疫学上の知見と問題点

Na 摂取量と加齢による血圧値の変化のあいだに正の相関が認められることや、食塩をほとんど

摂取しない文明未開地域住民では、加齢による血圧値の変化がほとんど認められないことを前回までに紹介してきた。このように、減塩が高血圧予防に大切であることは数多くの疫学研究によって裏づけられている。

しかし、これら断面研究という方法によって得られた知見では、原因と結果を厳密に分けて議論することは困難である。とくに、多くの高血圧患者がすでに減塩をしている場合には因果が逆転することすらある。そこで、減塩によって血圧値が下がるかどうかを検討した介入研究の結果を一つ紹介したい。

西ヨーロッパ諸国の食塩摂取量は、一般的にはわが国よりも低めであるが、そのなかでポルトガルは例外的な存在である。塩漬けのタラを常食とする伝統的なポルトガル人の食塩摂取量は、地域によっては日本人の平均摂取量を上回っており、高血圧はポルトガルの重大な問題である。首都リスボンから 90 km に位置する農村部でおこなわれた地域介入研究では、2 年間にわたり塩漬けのタラの使用や調理に使う塩分を控えるよう指導がなされた (介入群)。食事調査によって得られた塩分摂取量の変化と、この地域から無作為に選ばれた集団の血圧値の変化を、この地域に隣接し指導がなされなかった地域 (対照群) のそれと比較

表 1. 2 年間の減塩教育による食塩摂取量と血圧値の変化: ポルトガルにおける地域介入研究

	開始時		1 年後		2 年後	
	介入群	対照群	介入群	対照群	介入群	対照群
n	129	111	85	75	94	56
食塩摂取量 (g/日)						
総量	21.3	20.6	—	—	11.8	21.7
調味料からの食塩	10.6	12.3	—	—	7.6	11.7
塩ダラからの食塩	6.4	3.2	—	—	0.0	3.9
血圧値 (mmHg)						
収縮期血圧	145.6	143.5	142.0	152.2	140.6	153.9
開始時からの変化量	—	—	-3.6	8.7	-5.0	10.4
拡張期血圧	88.7	89.2	83.7	90.9	83.6	89.7
開始時からの変化量	—	—	-5.0	1.7	-5.1	0.5

(文献 1 より改変引用)

した結果が表 1 である¹⁾。

対照群の塩分摂取量はほとんど変化しなかったが、介入群では 45% の減少を示し、収縮期血圧、拡張期血圧ともに有意な減少を示した。また、研究の前後で集団内の血圧値の分布 (標準偏差) に変化が観察されなかったことより、介入群で観察された血圧値の減少は高血圧患者に偏ったものではなく、住民全体の血圧値が減少したことを認め、地域への減塩教育が高血圧予防の有効な手段であることを示した。

類似の介入研究はほかにもおこなわれているが、減塩が成功したにもかかわらず、血圧値に変化が認められなかったとする報告もある。血圧値の低下を記録した研究の多くは集団の平均食塩摂取量が元来多く、平均血圧値が比較的高いものが多い。このポルトガルでの研究では、研究開始前の平均食塩摂取量は 21 g であり、平均血圧値は 146/89 mmHg (平均年齢は 47 歳) であった。一方、血圧値の低下が認められなかった研究の多くは、食塩摂取量が比較的小さい集団を対象としていたことが特徴としてあげられる。これは血圧値に影響を及ぼす Na 以外の因子の存在を示唆している。同様に、集団内での食塩摂取量と血圧値との関係を調べた断面研究でも、西欧諸国でおこなわれた研究では有意な相関を認めなかったもの

が多いが、これは例数が少ないと集団内での血圧と Na と血圧の関連はその変動に妨げられて、有意になりにくいことも関連している。

一方、わが国をはじめ、中国、韓国、北インドなど食塩摂取量が多い地域でおこなわれた研究では正の相関を得ている。また、すでにこの連載の最初でインターソルト・スタディの結果を紹介したが、この研究では、52 の集団のうち、性と年齢を考慮しても 39 の集団で正の相関を認め、15 は有意の正の相関であった²⁾。

栄養疫学の分野でもおもに用いられる Na 摂取量の測定方法は、インターソルト・スタディでも用いられた尿中 24 時間排泄量から推定する方法と、食事調査による方法の 2 種類があるが、いずれの方法によっても日差変動を考慮して個人の習慣的な Na 摂取量を測定するには不十分である。すでに述べたように、この技術的な問題が Na と血圧値との関係を過小評価 (アンダーエスティメート) することになっている³⁾。

カリウムと血圧値

例外もあるものの、インターソルト・スタディをはじめ²⁾、疫学研究ではカリウム (K) 摂取量と血圧値とのあいだには負の相関を認めたものが多い⁴⁾⁵⁾。

* SASAKI Satoshi, OKAYAMA Akira, UESHIMA Hirotsugu/滋賀医科大学福祉保健医学



また、体液中でNaとバランスを保ってはたらいていることから推測されるように、K摂取量が血圧値に対してNa摂取量と拮抗的にはたらくことが、いくつかの研究によって示されている。つまり、Na摂取量とK摂取量の比(Na/K比)を取ると、NaまたはK単独よりも血圧値と高い正の相関が認められることが多い⁹⁾。最近わが国でおこなわれた断面研究もこの関係を認めている⁹⁾。

インターソルト・スタディで明らかにされた24時間尿中K排泄量と血圧値の関係からは、この連載第1回の表1および表4で示したように、男性の排泄量48mmolが現在の倍になると、収縮期血圧は2.1mmHg低下することになる⁷⁾。また、図1は中国の農村でおこなわれた断面調査から得られた結果⁹⁾を用いて、わが国の成人男性のおおよそのK摂取量(2.5g/日)⁹⁾を5割増加させた場合の収縮期血圧の変化量を示している。K摂取量を5割増加させると0.85mmHgだけ収縮期血圧が減少し、倍にすると1.7mmHgの低下であり、インターソルト・スタディの結果に類似した値を得ている。これはNa摂取量を5割減

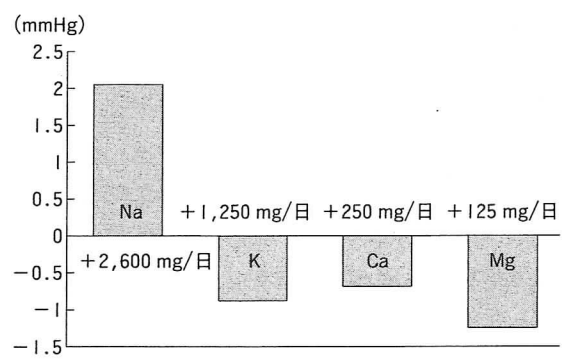


図1. 中国イー族研究より得られたミネラル摂取量と収縮期血圧の関係 (年齢, 体重比, 心拍数, アルコール摂取量, 総エネルギー摂取量について補正済み) から推定した, わが国男性のミネラル摂取量を5割増加させた場合に予想される収縮期血圧(mmHg)の変化量(文献8より改変引用)

少させた場合に期待される減少, 2.1mmHgにはおおよばないものの, 集団を対象とした高血圧予防という見地からみた場合, 決して小さな値ではない。なお, この図ではほかの3種のミネラル摂取量についても, 同様の表現を用いている。

カルシウムと血圧値

血圧値のコントロールにおける体液中のCaイオンのはたらきとくればと, Ca摂取量と血圧値との関係は必ずしも明らかではない¹⁰⁾。わが国における研究でも一定した結果を得ていない⁵⁾¹¹⁾が, いくつかの疫学研究はCa摂取量と血圧値とのあいだに負の相関が認められることを報告している。

たとえば, 6万人以上の成人女性(看護婦)を4年間にわたって追跡した米国での大規模コホート研究では, 追跡期間内における高血圧の出現頻度と, Ca摂取量のあいだには負の相関が認められたと報告している(図2)¹²⁾。この結果ではCa摂取量が最低の群に比較して最高の群の高血圧出現頻度は, およそ2割減であった。

しかし, Ca摂取量と血圧値との関係は, Na摂取量の程度に影響されるとする報告や¹³⁾, つぎに述べるマグネシウム(Mg)を考慮に入れると, Caは血圧値を下げる因子であるとは単純にはいえない, という結果もあり, Ca摂取量と血圧値の関係は, 今後の研究結果によって得られる知見に期待されるところが大きい。

マグネシウムと血圧値

上記3種のミネラルにくらべるとMg摂取量と血圧値との関係が注目されはじめたのは比較的最近のことであるが, いままでにおこなわれた疫学研究の結果は, Mg摂取量と血圧値とのあいだに負の相関を認めているものが多い¹¹⁾。

すでに紹介した中国での断面研究(図1)⁸⁾や米国でのコホート研究(図2)でも同様の結果が得られている¹²⁾。これらの結果はMgが, Kや

Caよりも大きな降圧作用を有することを示唆している。また, Mg摂取量とCa摂取量の比(Mg/Ca比)が, Mg摂取量単独でみた場合よりも強く血圧値と負の相関を示すとの報告も多い⁶⁾。しかし, 疫学的には血圧に影響を与えている多くの要因を考慮に入れて検討した, 信頼に足る十分な知見がまだそろっていないのが現状であり, 今後の研究を要する。

食物繊維と血圧値

前述の米国における大規模コホート研究では, 食物繊維摂取量も測定されており, 食物繊維摂取量が最低の群に比較して最高の群の高血圧出現頻度は24%減と, 食物繊維摂取量と高血圧出現頻度のあいだに負の相関を認めている(図2)¹²⁾。同様のデザインで, この研究と平行しておこなわれた3万人の中年男性(医師を主とする医療従事者)を4年間にわたって追跡したコホート研究で

は, 食物繊維摂取量が最低の群に比較して最高の群の高血圧出現頻度は36%減と, さらに有意な負の相関を認めている¹⁴⁾。

しかし, Naを除く3種類のミネラル摂取量の影響を考慮すると, 食物繊維摂取量と高血圧出現頻度との関係が認められなくなる場合もあり, 食物繊維摂取量と血圧値とのあいだに直接の因果関係が存在するか否かについてはいまだに明らかではなく, 今後の研究の成果を待たねばならない。

菜食主義と血圧値

米国を中心にセブンスデイ・アドベンティストとよばれるキリスト教徒の一派があり, 彼らは肉類を口にしない。彼らを観察した疫学研究の結果から, 菜食主義者の平均血圧値が一般的な食事(肉食)をする集団よりも低く, 加齢による血圧上昇も少ないことが指摘されてきた¹⁵⁾。

KとMgは野菜や果物, いも類に豊富に含ま

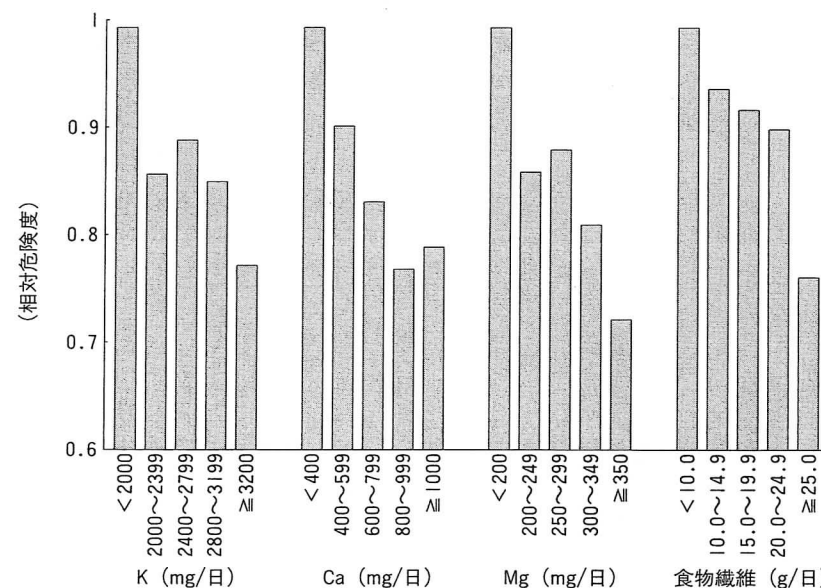


図2. 米国における大規模コホート研究から得られたミネラルおよび食物繊維摂取量と高血圧出現頻度の関係 (摂取量が最も低い集団における高血圧出現頻度(観察期間4年間)を1.0とした場合の相対危険度, 年齢, 体重比, アルコール摂取量について補正済み(文献12より改変引用))

れている。また、Mgは未精製の穀物にも豊富である。一方、これらは肉類にはあまり含まれていない。Caは乳製品に豊富に含まれるが、同時に野菜類や豆類にも比較的豊富である。日本人は魚の骨からもCaを摂取しているが、西欧諸国ではCaの摂取源は乳製品が大半を占め、穀類がつづいている¹⁰⁾。

菜食主義者という特殊な集団を用いた断面研究では、考慮されなかった何らかの因子の影響が考えられるために、ミネラル摂取量と血圧値との関係を直接に議論することは困難である。そこで、軽症高血圧患者に一定期間のあいだ菜食主義者と類似した食事をするように勧め、血圧値の変化を観察する介入研究が試みられているので、紹介したい。

オーストラリアでの研究では対象者として軽症高血圧患者(n=58)を用い、無作為に3群に割りつけ、それぞれ2週間の観察期間の後、前半6

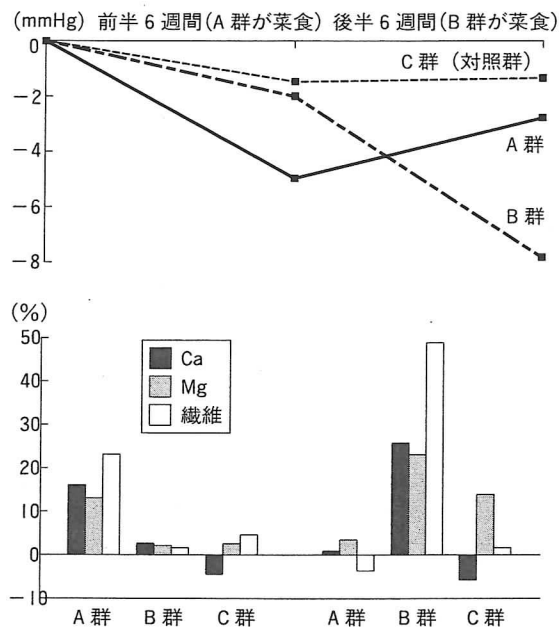


図3. 通常の食事(肉食)を菜食に6週間変えた場合の収縮期血圧の変化(上)とミネラルおよび食物繊維摂取量の変化(下) いずれも開始前との比較:オーストラリアにおける介入研究の結果(文献16より改変引用)

週間はひとつの群(A群)に菜食(乳製品、たまごは許された)を取るようアドバイスし、後半6週間は別の群(B群)に菜食を取るようアドバイスした。残るC群は観察のみで対照群として用いている。そして3群すべてに、飲酒、喫煙などほかの生活習慣は変えないようにとのアドバイスがなされた。その結果、菜食の期間でA群、B群ともに、CaとMgおよび食物繊維の摂取量が増加し、その期間にあわせて5~6 mmHgの収縮期血圧の減少が観察された(図3)¹⁰⁾。

いずれの栄養素が血圧値の変化に寄与しているのかを特定することは、この結果からは不可能であるが、ここで観察された各摂取量と血圧値の変化が、これまでに紹介した疫学研究の結果に矛盾していないことは興味に値する。

高血圧予防からみたわが国のミネラル摂取量

過去20年間のあいだ、わが国の1人あたりの食塩摂取量は減少をつづけてきた。ところがこの減少は、1987年の11.7gを最後に認められなくなり、その後は増加に転じている(図4)¹⁷⁾¹⁸⁾。このままでは“食塩の1日摂取量を10g以内”という目標を達成することは困難であると懸念される。

文明未開地域住民のNa摂取量が、現代の食事

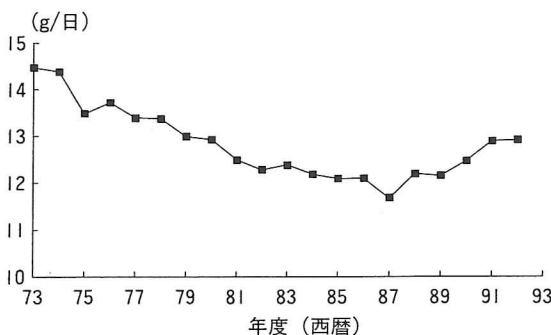


図4. わが国における1人1日あたり平均食塩摂取量(g)の変遷(1973~1992年) 国民栄養調査より(文献17, 18より引用)

からみれば極端に少ないことを前回紹介したが、K摂取量の方は現代文明地域住民のそれを上回っている場合が多い。インターソルト・スタディの結果による24時間Na・K排泄量からNa/K比を計算すると、文明未開地域住民ではmol比で1未満が多いのに対して、西欧諸国では3程度、わが国やほかの東アジア諸国では4から7程度を示している(図5)¹⁹⁾。

ミネラル摂取量からみた場合、わが国の食事の特徴はとかく高塩分で語られやすいが、Na/K比をみると、必ずしもNaだけの問題ではないことがうかがわれる。Kは野菜、果物、いも類、豆類など穀物を除く植物性食品には広く、かつ豊富に含まれている。わが国の1人あたりの野菜消費量は他国にくらべて少ないものではない。しかし、野菜に含まれているKは加工や調理におけるロスが大きい。

また、Kに富む果物やいも類の消費量が西欧諸国よりも少ないことなどにより、Kの摂取量は西欧諸国の平均値にくらべると少なめである。例として、ベルギーとわが国における中年男性のミネ

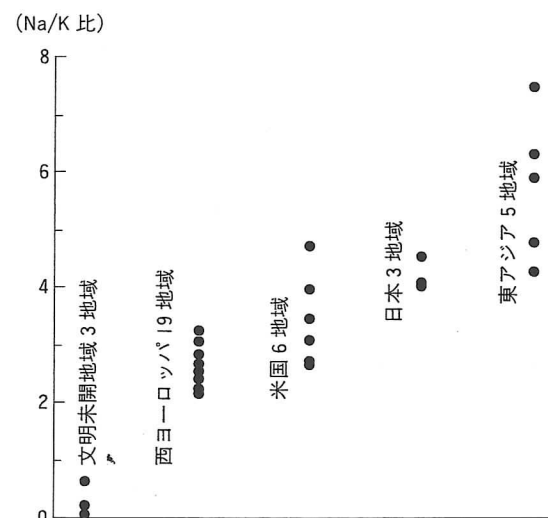


図5. 24時間尿中排泄量におけるNa/K比(mmol/mmol)(20~59歳の男女平均値) インターソルト・スタディの結果(文献19より改変引用)

ラル摂取量を比較すると、日本人のK摂取量はベルギー人の34%減である(図6)⁹⁾¹⁹⁾²⁰⁾。同様にCaはほぼ半分、Mgは4割減であり、逆にNaは24%増であることから、2カ国の中年男性の平均摂取量を比較するかぎり、わが国のミネラル摂取量は高血圧予防という見地からみた場合、Naだけでなく、ほかのミネラルも考慮し適性化していく必要があることが理解される。

栄養指導の要点: ミクロニュートリエントについて

最後に栄養指導の要点について、ミクロニュートリエントにかぎって簡単にまとめておきたい。更なる減塩の必要性が強調されなければならないことは明らかであり、“食塩の1日摂取量を10g以内に”という目標値が暫定的なものであることを忘れてはならない。食品群別にみると、しょうゆ、味噌、食塩など調味料からの食塩摂取量が減少してきたのに比較して、調味料以外からの食塩摂取量には近年ほとんど変化が認められていない¹⁸⁾。加工食品には、塩辛さをあまり感じさせないかたちで、比較的少量の食塩が含まれている場合があることから、これら調味料以外からの食塩摂取にも注意を促す必要がある。

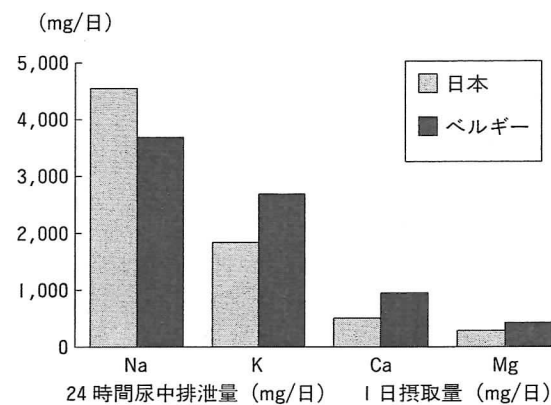


図6. わが国とベルギーにおける成人男性(25~55歳)のミネラル摂取量(mg/日)の比較 NaとKは24時間尿中排泄量, CaとMgは食事調査による1日摂取量(文献9, 19, 20より改変引用)

また、菜食主義者の研究で紹介したように、動物性食品に比べると、植物性食品に高血圧予防のために好ましいと考えられる栄養素が豊富であることから、高血圧予防の観点からは後者を積極的に利用することが勧められよう。野菜や果物、いも、穀物を調理に用いる場合には、皮や胚芽など捨てられやすい部分にこれらの栄養素が豊富であることから考えて、できるだけ食品全体を食べる習慣をつけたいものである。加工食品や外食ではこれらが比較的乏しくなりやすいことは容易に理解される。逆に制限したい食塩についても、あらかじめ調理・加工された状態ではコントロールが困難である。その意味でも、家庭で調理される食事を大切にしたいところである。

おわりに

本稿では、Naのみならず、ほかのミネラル摂取量が血圧値と重要な関係を有していることを、いくつかの代表的な疫学研究の結果を用いて紹介した。また、わが国の食生活の特徴をミネラル摂取量と高血圧予防という見地からとらえることを試みた。

マイクロニュートリエントの摂取量を個人レベルで正確に測定することは、多くの技術的な問題をいまだにかかえている。軽症高血圧患者の非薬物治療や高血圧予防に質的、量的に有用な指針を資するためにも、マイクロニュートリエント摂取量と血圧値との関係に関する疫学研究から、今後新た

な知見が数多く得られることを期待したい。

文 献

- 1) Forte, J. G. *et al.*: *J. Hum. Hypertens.* 3: 179, 1989
- 2) Intersalt Study Group: *BMJ* 297: 319, 1988
- 3) Frost, C. D. *et al.*: *BMJ* 302: 815, 1991
- 4) Khaw, K. T. *et al.*: *Circulation* 77: 53, 1988
- 5) Choudhury, S. R. *et al.*: *J. Hypertens.* 1995, (in press.)
- 6) 伊藤和枝ほか: 日本公衆衛生学雑誌 42: 95, 1995
- 7) 上島弘嗣: 血圧 1: 92, 1994
- 8) He, J. *et al.*: *Hypertension* 17: 378, 1991
- 9) Kimura, M. *et al.*: *J. Jpn. Soc. Mg. Res.* 13: 49, 1994
- 10) Kesteloot, H.: *Ann. Nutr. Metab.* 35(suppl. 1): 109, 1991
- 11) Iso, H. *et al.*: *Am. J. Epidemiol.* 133: 776, 1991
- 12) Witteman, J. C. M. *et al.*: *Circulation* 80: 1320, 1989
- 13) Hamet, P. *et al.*: *Am. J. Hypertens.* 5: 378, 1992
- 14) Ascherio, A. *et al.*: *Circulation* 86: 1475, 1992
- 15) Armstrong, B. K. *et al.*: *Am. J. Epidemiol.* 105: 444, 1977
- 16) Margetts, B. M. *et al.*: *BMJ* 293: 1468, 1986
- 17) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編: 国民栄養の現状, 第一出版, 東京, 1986, p. 149
- 18) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編: 国民栄養の現状, 第一出版, 東京, 1994, p. 41, 151
- 19) Intersalt Study Group: *J. Hum. Hypertens.* 5: 331, 1989
- 20) Komitzer, M. *et al.*: *Acta Cardiol.* 44: 101, 1989