

(1) 高血圧

1 高血圧と食事の関連

1-1 概念と定義

高血圧は、収縮期血圧又は拡張期血圧のいずれかが基準値を超えて上昇した状態であり、診察室血圧では 140/90 mmHg 以上と定義されている。最近では、日常生活を行っている際の血圧値（家庭血圧）がより重要で、診察室血圧と家庭血圧に乖離がある場合には家庭血圧を重視すべきであると考えられている。通常、家庭血圧は診察室血圧より低く、135/85 mmHg 以上が高血圧と定義されている¹⁾。高血圧患者は循環器疾患や腎疾患の発症・進展を来しやすいことから、血圧値を基準範囲にコントロールする必要がある。

1-2 発症予防と重症化予防の基本的考え方と食事の関連

高血圧の発症・増悪は、環境要因（生活習慣）と遺伝要因の相互作用から成り立っており、食事を含めた生活習慣の修正は高血圧の改善・重症化予防のみでなく、発症予防においても重要である^{1,2)}。高血圧者では、その他の循環器疾患危険因子の存在や臓器障害・循環器疾患の存在を評価した上で、リスクの層別化を行う必要がある（表 1）¹⁾。リスクの高さに応じて高血圧管理計画が決定される。高値血圧以上の低リスク群・中等リスク群及び高値血圧の高リスク群では 1～3 か月間は食事を含めた生活習慣の修正を指導し、血圧の正常化を認めれば経過観察が可能である（図 1）。高値血圧の高リスク群及び高血圧の者では、血圧が正常化しなければ薬物療法を開始する。正常血圧を保つために、本項で述べる食事の実践が推奨される。

1-3 高血圧関連疾患のリスクの層別化

高血圧は、その血圧値から I 度（140～159/90～99 mmHg）、II 度（160～179/100～109 mmHg）、III 度（180/110 mmHg 以上）に分類される¹⁾。120/80 mmHg 未満が正常血圧であり、これを超える 120～129 mmHg/80 mmHg 未満を正常高値血圧、130～139/80～89 mmHg を高値血圧と称して食事などの生活習慣の改善が必要な高血圧予備群として位置付けている。一方、家庭血圧では、115/75 mmHg 未満を正常血圧としている¹⁾。

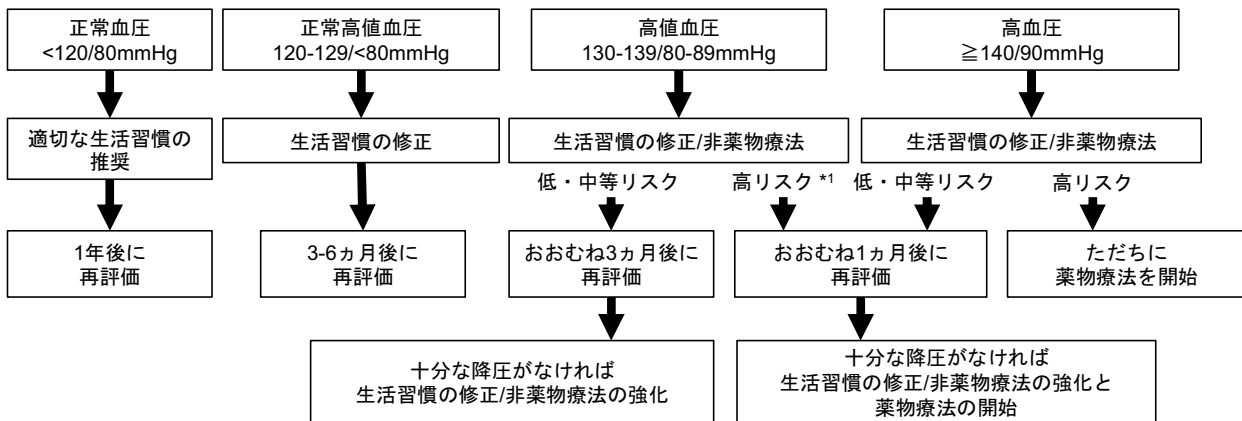
高血圧患者における高血圧関連疾患のリスク評価は、血圧値のみで行うべきではない。脳心血管病の危険因子（年齢 65 歳以上、男性、喫煙、脂質異常症、糖尿病）及び心房細動・慢性腎臓病などの臓器障害や脳心血管病既往についても考慮して循環器疾患のリスク評価を行う（表 1）¹⁾。

表 1 診察室血圧に基づいた脳心血管病リスク層別化（高血圧治療ガイドライン 2019）

リスク層	血圧分類	高値血圧 130-139/80-89 mmHg	I度高血圧 140-159/90-99 mmHg	II度高血圧 160-179/100-109 mmHg	III度高血圧 ≥ 180/≥ 110 mmHg
リスク第一層 予後影響因子がない		低リスク	低リスク	中等リスク	高リスク
リスク第二層 年齢（65歳以上）、男性、脂質異常症、喫煙のいずれかがある		中等リスク	中等リスク	高リスク	高リスク
リスク第三層 脳心血管病既往、非弁膜症性心房細動、糖尿病、蛋白尿のあるCKDのいずれか、またはリスク第二層の危険因子が3つ以上ある		高リスク	高リスク	高リスク	高リスク

日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会編：「高血圧治療ガイドライン 2019」ライフサイエンス出版、p50、表 3-2 より改変・転載。

層別化で用いられている予後影響因子は、血圧、年齢（65歳以上）、男性、脂質異常症、喫煙、脳心血管病（脳出血、脳梗塞、心筋梗塞）の既往、非弁膜症性心房細動、糖尿病、蛋白尿のあるCKDである。詳しくは高血圧治療ガイドライン 2019を参照。



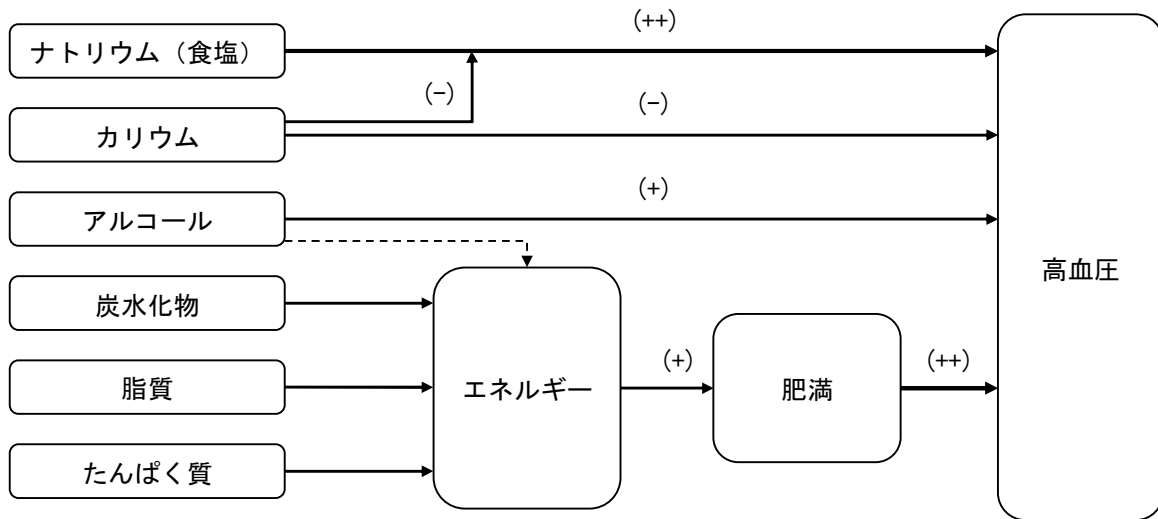
*1 高値血圧レベルでは、後期高齢者（75歳以上）、両側頸動脈狭窄や脳主幹動脈閉塞がある、または未評価の脳血管障害、蛋白尿のないCKD、非弁膜症性心房細動の場合は、高リスクであっても中等リスクと同様に対応する。その後の経過で症例ごとに薬物療法の必要性を検討する。

日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会編：「高血圧治療ガイドライン 2019」ライフサイエンス出版、p51、図 3-1 より改変・転載。

図 1 初診時の血圧レベル別の高血圧管理計画（高血圧治療ガイドライン 2019）

2 高血圧と特に関連の深いエネルギー・栄養素

栄養素等摂取と高血圧との関連について、特に重要なものを図2に示す。



肥満を介する経路と介さない経路がある。
 アルコールが肥満を介して血圧を上昇させる機序は不確定であることから、アルコールとエネルギーの関係については破線を用いている。
 この図はあくまでも概要を理解するための概念図として用いるに留めるべきである。

図2 エネルギー・栄養素摂取と高血圧との関連（特に重要なもの）

2-1 ナトリウム(食塩)

ナトリウム（食塩）の過剰摂取が血圧上昇と関連があることは、多くの研究によって明らかにされてきた。大阪・栃木・富山を含む世界の52地域より得られたデータを集めた疫学研究であるINTERSALT³⁾では、各地域の食塩摂取量の中央値と加齢による血圧上昇度の中央値が正の相関を示した。また、個人での食塩摂取量と血圧値に正の相関があることも示し、ナトリウム摂取量を100 mmol（食塩相当量5.8g）減らすことにより、血圧は平均3.5/1.5 mmHg低下すると推定した⁴⁾。減塩の降圧効果を検討した大規模臨床試験で、有意な血圧低下（又はそれに匹敵する効果）は、いずれも6 g/日前半又はそれ未満の減塩で認められた⁵⁻⁸⁾。最近報告されたCARDIA⁹⁾では、クロスオーバー法によりナトリウム摂取量と血圧変化について検討がなされた。高食塩食と低食塩食に割り付けられた対象者の収縮期血圧の差は8 mmHgであった。中等度の減塩の降圧効果を調べた介入試験のメタ・アナリシスでは、高血圧者において4.4 gの減塩により、血圧は4.2/2.1 mmHg低下したと報告された¹⁰⁾。また、世界の103の無作為割付比較試験のメタ・アナリシスにおいて、2.3 gの減塩が3.8 mmHgの収縮期血圧低下の効果があることが示された¹¹⁾。これらより、食塩摂取量を1 g/日減らすと、収縮期血圧で約1 mmHg強の降圧が期待できる。さらに、133の介入試験のメタ・アナリシスにおいて、減塩によって達成される血圧低下の大きさは、ほぼ直線的関係であることが示された¹²⁾。これらの介入試験⁵⁻⁸⁾の結果が、これまでの各国の高血圧治療ガイドラインの減塩目標レベルが6 g/日を下回っている根拠となっており²⁾、「高血圧治療ガイドライン2019」¹⁾及び「エビデンスに基づくCKD診療ガイドライン2023」¹³⁾でも、高血圧者や慢性腎臓病患者の減塩目標を食塩6 g/日未満としている。しかしDASH-Sodium⁸⁾において食塩3.8 g/日で安全に降圧が達成されたことから、2005年以降のアメリカ心臓協会

のガイドラインでは、ナトリウム摂取量の目標値を一般成人では2,300 mg（食塩相当量5.8 g）/日未満、高リスク者では1,500 mg（食塩相当量3.8 g）/日未満としている¹⁴⁾。2003年以降、WHOの一般成人向けのガイドラインでは、一般成人において食塩5 g/日未満の目標値が設定されており、世界全体の目標となっている¹⁵⁾。

食塩摂取量と循環器疾患のリスクとの関連についても、多くのエビデンスがある。我が国の国民栄養調査参加者の24年間のコホート研究において、世帯単位の摂取エネルギー1,000 kcal当たり食塩摂取量2 gの増加は、脳心血管死亡11%、冠動脈疾患死亡25%、脳卒中死亡12%及び総死亡7%の増加と関連していた¹⁶⁾。食塩摂取量を24時間蓄尿で評価したコホート研究からは特に強いエビデンスが得られる。複数回の24時間蓄尿により食塩摂取量を評価したコホート研究のメタ・アナリシスでは、食塩摂取量と循環器疾患はほぼ直線関係であることが示された。また、食塩摂取量の少ない第1四分位群における循環器疾患の増加は認められていない¹⁷⁾。一方、食塩摂取量と循環器疾患のリスクや総死亡リスクとのJ字型の関連（低い食塩摂取量におけるリスク上昇）を報告したものがある^{18,19)}、スポット尿による食塩摂取量の推定値を用いるなど研究方法に問題があり、信頼性は低い²⁰⁾。不健康な食事は、世界全体の循環器疾患を含む非感染性疾患による死亡者数の22%（約1,100万人）の原因と推計されている。推計死亡者数に寄与する要因に関する検討では、ナトリウム（食塩）の過剰摂取が最大であった²¹⁾。また、日本を含む東アジア地域では、不健康な食事による死亡者数は30%と推計されており、食塩過剰摂取の寄与がより大きい²¹⁾。

減塩により循環器疾患リスクが低下するかを証明するには長期間の大規模な介入試験が必要であり容易ではないが、いくつかの報告がある。18～48か月間の減塩指導群と対照群を10～15年追跡したTOHP研究では、25～30%の減塩により長期の循環器疾患リスクが30%低下したことが報告されている²²⁾。また、TOHPを含む4つの減塩介入試験のメタ・アナリシスでは、減塩が循環器疾患リスクを抑制することが示されている²³⁾。

また、小児期からの健康的な食生活の確立も重要である。小児・青年期を対象とした介入試験、観察研究のメタ・アナリシスでは、ナトリウム摂取量と血圧との正の関連が報告されている²⁴⁾。また、介入試験のメタ・アナリシスでは、減塩は小児の血圧を低下させることが示されている²⁵⁾。日本では伝統的に食塩摂取量が多い¹⁾。日本人の3歳児²⁶⁾、4～5歳児²⁷⁾、学童期²⁸⁾における食塩摂取量の多さも報告されている。以上の点から、小児の減塩教育は、将来の高血圧や循環器疾患を予防するために重要である²⁹⁾。

ナトリウム摂取量の多い集団では加齢に伴う血圧上昇の程度が大きい³⁾。コホート研究のメタ・アナリシスのサブグループ解析では、65歳以上の高齢者においても尿中ナトリウム排泄量の増加は循環器疾患リスクを増加させることが示された¹⁷⁾。高齢者は一般に食塩感受性が高く、減塩は有効である^{1,12)}。しかし、高齢者において過度の減塩や極端な味付けの変化は食事摂取量の低下から低栄養をおこす場合があるため、減塩指導の際には全身状態の管理に注意する¹⁾。

2-2 エネルギー

エネルギーの過剰摂取は、肥満を生じさせる。肥満は高血圧の発症・増悪に関連している。例えば、北海道における10年間の縦断研究³⁰⁾では、肥満者は非肥満者に比べて高血圧に進展するリスクが約2倍であった。コホート研究のメタ・アナリシスでは、BMI、ウエスト周囲長などの肥満指標が増加すると、高血圧の発症リスクが増加すると報告された³¹⁾。エネルギー制限によって減量すれば血圧が低下するが、エネルギー制限をしても体重が減らなければ血圧は低下しない。また、我が国の中高年

の過体重の女性高血圧患者を対象にして 1,500~2,000 kcal/日から 450 kcal/日に摂取エネルギーを減らして 2 週間経過を見た介入研究では、必ずしも全ての対象者で降圧を認めず、血圧低下の程度と関連したのは体重減少の程度であった³²⁾。また近年、高度肥満に対して実施される肥満外科手術（胃バイパス手術等）による体重減量でも、血圧の低下や脳心血管病リスクの低下が確認されている^{33,34)}。以上のように、肥満自体が高血圧の重要な発症要因と考えられており、その対策は高血圧の発症予防、改善、重症化予防において重要である²⁾。

また、体重減量が高血圧を改善することについては、介入試験による報告も多い。高齢高血圧患者を対象とした TONE 研究⁶⁾では、肥満者は 4.7 kg の減量によって、降圧薬を中止後の心血管合併症発症、血圧再上昇、降圧薬再開の複合エンドポイントが約 30%改善した。なお、この研究のサブ解析⁷⁾では、3.6 kg を超える減量を達成できれば有意な血圧低下効果が期待できるとした。このほか、介入試験のメタ・アナリシスでは、約 4 kg の減量により、収縮期で -4.5 mmHg、拡張期で -3.2 mmHg の血圧降下があると報告されている³⁵⁾。「高血圧治療ガイドライン 2019」¹⁾では、肥満者は BMI で 25 kg/m² 未満を目指して減量し、非肥満者はこの BMI のレベルを維持すべきとしている。また、急激な減量は有害事象を来す可能性があり、4 kg 程度の減量でも降圧効果があることから、長期計画のもとに無理のない減量を行うべきとしている。さらに、皮下脂肪及び内臓脂肪の増加は血圧や代謝リスクに関連するが、内臓脂肪でより高い³⁶⁾。よって、ウエスト周囲長（男性 85 cm 未満、女性 90 cm 未満）³⁷⁾も考慮して減量を行うべきであるとしている。

2-3 アルコール

アルコール摂取による血圧への影響は、短期効果と長期効果で異なる。介入試験のメタ・アナリシスでは、低用量アルコール摂取（純アルコール 14 g 未満）は血圧に影響しなかった。一方、高用量アルコール（純アルコール >30 g）は、6 時間以内に血圧を 3.5/1.9 mmHg 低下させたが、13 時間以上経過後の血圧を 3.7/2.4 mmHg 上昇させたとしている³⁸⁾。一方、多くの疫学研究では、習慣的飲酒量が多くなればなるほど、血圧値及び高血圧の頻度が高く、経年的な血圧上昇も大きいことが示されている³⁹⁻⁴¹⁾。コホート研究のメタ・アナリシスは、収縮期血圧と飲酒量との関係はほぼ直線的であり、その関係に閾値を認めないことを示した⁴²⁾。

また、アルコール制限による降圧効果が報告されている。我が国の介入試験では、飲酒習慣のある軽症高血圧患者の飲酒量をエタノール換算で平均 56 mL/日から 26 mL/日に減じると、収縮期血圧の有意な低下が認められた⁴³⁾。介入試験のメタ・アナリシスでもアルコール制限の降圧効果が示されており、その効果は用量依存的であった⁴⁴⁾。「高血圧治療ガイドライン 2019」¹⁾では、高血圧者の飲酒は、エタノールで男性 20~30 mL/日以下、女性 10~20 mL/日以下にすべきであるとされている。このアルコール摂取量の目標値は、先述の我が国の介入試験の報告⁴³⁾に近い値であり、海外のガイドラインでも同様である⁴⁵⁾。エタノールで 20~30 mL はおおよそ日本酒 1 合、ビール中瓶 1 本、焼酎半合弱、ウイスキーダブル 1 杯、ワイン 2 杯弱に相当する。

少量から中等量の飲酒により冠動脈疾患リスクが低下することが、国内外において報告されている⁴⁶⁻⁴⁸⁾。しかし、循環器疾患リスクが最も低いのは飲酒習慣のない者であり、少量のアルコール量でも血圧上昇及び循環器疾患のリスクを高めるとの報告もある⁴⁹⁾。さらに、飲酒量が増加するほど脳卒中、特に脳出血のリスクが上昇することも報告されている^{48,50,51)}。脳卒中の多い日本人では、高血圧予防の意味でも、飲酒をしない者には少量の飲酒を勧めるべきではない。

2-4 カリウム

野菜、果物、低脂肪乳製品が豊富な食事パターンである DASH 食^{8,52)}は、その血圧低下効果が証明されているが、カリウムはその主要な栄養素の1つである。介入試験のメタ・アナリシスでは、カリウム摂取量増加は高血圧者では有意な血圧低下効果が認められた⁵³⁾。コホート研究のメタ・アナリシス⁵⁴⁾では、カリウム摂取量が高いほど脳卒中のリスクが低下したが、冠動脈疾患のリスクには有意の関連はなかった。別のメタ・アナリシスでは、カリウム摂取量が高いほど心血管イベントのリスクが有意に低下した¹⁷⁾。一方、近年、ナトリウム／カリウム摂取比あるいは尿ナトリウム／カリウム排泄比が循環器疾患リスクと関連することが報告されている^{17,55-57)}。我が国でもナトリウム／カリウム比と高血圧及び循環器疾患リスクとの正の関連が報告されている^{56,58)}。前述の前向きコホート研究のメタ・アナリシスでは、尿中カリウム排泄量及び尿ナトリウム／カリウム排泄比のそれぞれの第4四分位群の循環器疾患リスクは、各第1四分位群の0.69倍、1.62倍であることが示された¹⁷⁾。すなわち、カリウムは、食塩過剰摂取の血圧上昇などの作用に拮抗していると考えられている。2012年のWHOのガイドライン⁵⁹⁾では、血圧低下及び脳卒中リスク低下のためにカリウム摂取量90 mmol (3,510 mg) /日以上が推奨されており、また、WHOガイドラインの推奨摂取量を達成した場合、ナトリウム／カリウム摂取比はほぼ1対1 (単位は mmol / mmol) になり、健康への好影響をもたらすとされている。なお、腎障害を有する人では高カリウム血症を来し得るので、カリウムの積極的摂取は避けるべきである。「高血圧治療ガイドライン2019」¹⁾では、野菜・果物の積極的摂取を推奨している (カリウム制限が必要な腎障害患者を除く)。

近年、塩化ナトリウムの一部を塩化カリウムで置換した代替塩によるナトリウム摂取量の減少とカリウム摂取量の増加は循環器疾患の発症及び総死亡を減少させることが報告された⁶⁰⁾。また、代替塩の効果を検討したメタ・アナリシスでも、代替塩による血圧低下、循環器疾患の発症及び死亡のリスク低下が示されている⁶¹⁾。

2-5 カルシウム

カルシウムも DASH 食^{8,52)}の主要な栄養素の1つである。これまで多くの疫学研究で、カルシウム摂取量の増加に伴い血圧が低下することが示されている^{62,63)}。2023年のメタ・アナリシスでは、162～2000 mg/日のカルシウム補給で有意な血圧低下を示すことが報告されている⁶⁴⁾。また、別のメタ・アナリシスでもカルシウム補給による有意な血圧低下作用が示されているが⁶⁵⁾、その程度は大きくない。

2-6 マグネシウム

マグネシウムも DASH 食^{8,52)}の主要な栄養素の1つである。介入試験のメタ・アナリシスでは、マグネシウム補給 (中央値 368 mg/日) により血圧は 2.00/1.78 mmHg 低下することが示された⁶⁶⁾。また、別のメタ・アナリシスでは、マグネシウム補給 (212～636 mg/日) による正常血圧者の血圧低下が示された⁶⁴⁾。一方、系統的レビューでは、血圧管理不良の高血圧患者ではマグネシウム補給 (240 mg/日以上) は血圧を低下させること、未治療高血圧患者の血圧を低下させるには 600 mg/日以上マグネシウム補充が必要であることが示された⁶⁷⁾。

2-7 n-3 系脂肪酸

DASH 食^{8,52)}では、魚を増加させており、魚油由来の長鎖 n-3 系脂肪酸〔エイコサペンタエン酸(EPA)、ドコサヘキサエン酸(DHA)、ドコサペンタエン酸(DPA)など〕は要素の1つとなっている。これに関連して「高血圧治療ガイドライン 2019」⁷⁾では、多価不飽和脂肪酸の積極的摂取が推奨されている。我が国を含む国際共同研究 INTERMAP からの報告⁶⁸⁾などの観察研究で、n-3 系脂肪酸の摂取量が多い者は血圧が低いことが示されている。また、EPA、DHA、DPA の総和の血中レベルが高い者は血圧が低いという報告もある⁶⁹⁾。INTERMAP では、植物油由来の α -リノレン酸を含む n-3 系脂肪酸摂取量は日本人では約 3 g/日、EPA と DHA の合計が約 1 g/日であり、欧米に比べるとかなり摂取量が多い⁶⁸⁾。介入試験のメタ・アナリシスでは、2~3 g/日の n-3 脂肪酸 (EPA+DHA) 摂取による血圧低下が示された⁷⁰⁾。一方、別のメタ・アナリシスでは、n-3 系脂肪酸の摂取を増加させても血圧には影響しないとしている⁷¹⁾。

n-3 系脂肪酸摂取による循環器疾患リスク低下を示す観察研究の報告は国際的に多く、血圧低下以外のメカニズムも推測されている。魚油由来 n-3 系脂肪酸摂取が世界でも特に多い日本人においても、コホート研究において心筋梗塞、脳卒中、心不全などのリスク低下が報告されている⁷²⁻⁷⁴⁾。一方、介入試験のメタ・アナリシスでは、n-3 系脂肪酸摂取は虚血性冠動脈疾患のリスクを低下させるとしたが、エビデンスレベルは低から中等度にとどまっている⁷¹⁾。n-3 系脂肪酸摂取の長期にわたる循環器疾患予防効果については、更なる知見の集積が必要である。

2-8 その他の脂質

血圧低下効果を有する食事パターンである DASH 食^{8,52)}では、総脂肪、飽和脂肪酸、食事性コレステロールを減少させている。INTERMAP では、食事性コレステロール摂取量と血圧の正の関連、n-6 系脂肪酸 (リノール酸) 摂取量と血圧の負の関連が報告されている^{75,76)}。30 歳以上の 120~159/80~99 mmHg の者を対象にした介入試験である OmniHeart 研究⁷⁷⁾では、炭水化物が豊富な食事に比べて不飽和脂肪酸が豊富な食事において血圧低下を認めている〔炭水化物が豊富な食事は炭水化物 58%、脂質 27% (一価不飽和脂肪酸 13%、多価不飽和脂肪酸 8%)、不飽和脂肪酸が豊富な食事は炭水化物 48%、脂質 37% (一価不飽和脂肪酸 21%、多価不飽和脂肪酸 10%)〕。不飽和脂肪酸 (一価及び多価) が降圧作用を有する可能性がある。一方、介入試験のメタ・アナリシスでは、飽和脂肪酸摂取量の減少によって循環器疾患のリスクを 17%低下させるが、血圧への影響は認められなかったと報告している⁷⁸⁾。「高血圧治療ガイドライン 2019」⁷⁾では、飽和脂肪酸、食事性コレステロールの摂取を控え、多価不飽和脂肪酸の積極的摂取を推奨している。

2-9 食物繊維

DASH 食^{8,52)}では、野菜と果物を増加させており、食物繊維は要素の1つとなっている。「高血圧治療ガイドライン 2019」⁷⁾では、野菜・果物の積極的摂取が推奨されている。食物繊維と非感染性疾患との関連を検討した介入試験のメタ・アナリシスでは、高食物繊維摂取による収縮期血圧の 1.27 mmHg 低下が示された⁷⁹⁾。また、高血圧患者を対象とした介入試験のメタ・アナリシスでは、高食物繊維摂取により血圧は低下し、5 g/日の食物繊維摂取量の増加で血圧 2.8/2.1 mmHg の低下が推定された⁸⁰⁾。

2-10 たんぱく質

INTERMAP では、植物性たんぱく質摂取量と血圧の負の関連、また、植物性たんぱく質に多いアミノ酸であるグルタミン酸の摂取量と血圧の負の関連が報告されている^{81,82)}。OmniHeart 研究では、食事の炭水化物の一部をたんぱく質で置き換えると、軽度であるが有意な血圧低下が認められた⁷⁷⁾。この研究では、特に植物性たんぱく質の増加の程度が大きかった。未治療で 120~159/80~99 mmHg の者を対象にした PREMIER 研究のサブ解析⁸³⁾においても、植物性たんぱく質の摂取量増加が 18 か月後の高血圧リスクを減らした。同様の血圧レベルの者で、40 g/日の大豆たんぱく又は 40 g/日の乳たんぱくの負荷は 40 g/日の炭水化物負荷(対照群)に比べて、収縮期血圧の軽度の低下を示した⁸⁴⁾。大豆たんぱくの血圧低下効果についてはメタ・アナリシス⁸⁵⁾があり、大豆たんぱくの中央値 30 g/日で有意な血圧低下を示した。乳製品や低脂肪乳製品は、疫学研究のメタ・アナリシスで高血圧リスクを抑えることが示された⁸⁶⁾。また、介入試験のメタ・アナリシスでは、約 40 g/日のたんぱく質摂取は同量の炭水化物摂取と比較して有意な血圧低下を示した⁸⁷⁾。DASH 食事パターン^{8,52)}において野菜や低脂肪乳製品が増加されていることは、以上の知見と整合性がある。たんぱく質は、他の食事性因子との組合せも考えて、バランスよく摂取すべきである。

2-11 炭水化物

食事の炭水化物の一部をたんぱく質や不飽和脂肪酸で置き換えると血圧が下がるという OmniHeart 研究の結果⁷⁷⁾は、見方を変えると炭水化物が血圧を上げる可能性を示す。思春期女子においてグリセミック・インデックス、グリセミック負荷、炭水化物摂取量、糖類摂取量、果糖の摂取量は血圧と正の関連を示したという報告がある⁸⁸⁾。また、INTERMAP では、甘味飲料に多い果糖の摂取量と血圧の正の関連を報告している⁸⁹⁾。さらに、コホート研究のメタ・アナリシスは、砂糖及び人工甘味飲料の摂取量と高血圧発症リスクの関連を示している⁹⁰⁾。

2-12 栄養素の複合的な摂取

単独では血圧低下効果が弱い栄養素でも、組み合わせることで摂取することによって大きな血圧低下効果を示すと考えられる。野菜、果物、低脂肪乳製品が豊富な食事パターンである DASH 食パターン^{8,52)}は、飽和脂肪酸と食事性コレステロールが少なく、カリウム、カルシウム、マグネシウム、食物繊維が多いが、大きな血圧低下効果のエビデンスがあり、多くの高血圧治療ガイドラインで取り上げられている。DASH 食パターンは、更に減塩と組み合わせることにより相乗的な作用を有している⁸⁾。また、介入試験のメタ・アナリシスは、ナトリウム摂取量 2,400 mg/日以上(食塩相当量 6 g)及び 50 歳未満において、DASH 食による血圧低下効果がより高いことを示した⁹¹⁾。ただし、この食事パターンは米国の食事を想定して作られており、我が国における同様の食事パターンの確立は不十分である。類似の食事パターンとして地中海食があり⁹²⁾、介入試験のメタ・アナリシスで血圧低下効果が示されている⁹³⁾。

参考文献

- 1) 日本高血圧学会高血圧治療ガイドライン作成委員会編. 高血圧治療ガイドライン 2019. 日本高血圧学会; 2019.
- 2) Charchar FJ, Prestes PR, Mills C, et al. Lifestyle management of hypertension: International Society of Hypertension position paper endorsed by the World Hypertension League and European Society of Hypertension. *J Hypertens*. 2024;42(1):23-49.
- 3) Intersalt Cooperative Research Group. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. Intersalt Cooperative Research Group. *BMJ*. 1988;297(6644):319-328.
- 4) Elliott P, Stamler J, Nichols R, et al. Intersalt revisited: further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations. Intersalt Cooperative Research Group. *BMJ*. 1996;312(7041):1249-1253.
- 5) The Trials of Hypertension Prevention Collaborative Research Group. The effects of nonpharmacologic interventions on blood pressure of persons with high normal levels. Results of the Trials of Hypertension Prevention, Phase I. *JAMA*. 1992;267(9):1213-1220.
- 6) Whelton PK, Appel LJ, Espeland MA, et al. Sodium reduction and weight loss in the treatment of hypertension in older persons: a randomized controlled trial of nonpharmacologic interventions in the elderly (TONE). TONE Collaborative Research Group. *JAMA*. 1998;279(11):839-846.
- 7) He J, Whelton PK, Appel LJ, et al. Long-term effects of weight loss and dietary sodium reduction on incidence of hypertension. *Hypertension*. 2000;35(2):544-549.
- 8) Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM, et al. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. DASH-Sodium Collaborative Research Group. *N Engl J Med*. 2001;344(1):3-10.
- 9) Gupta DK, Lewis CE, Varady KA, et al. Effect of dietary sodium on blood pressure: A crossover trial: A crossover trial. *JAMA*. 2023;330(23):2258-2266.
- 10) He FJ, Li J, Macgregor GA. Effect of longer term modest salt reduction on blood pressure: Cochrane systematic review and meta-analysis of randomised trials. *BMJ*. 2013;346(apr03 3):f1325.
- 11) Mozaffarian D, Fahimi S, Singh GM, et al. Global sodium consumption and death from cardiovascular causes. *N Engl J Med*. 2014;371(7):624-634.
- 12) Huang L, Trieu K, Yoshimura S, et al. Effect of dose and duration of reduction in dietary sodium on blood pressure levels: systematic review and meta-analysis of randomised trials. *BMJ*. 2020;368:m315.
- 13) 日本腎臓学会編. エビデンスに基づく CKD 診療ガイドライン 2023. 東京医学社, ; 2023.
- 14) Eckel RH, Jakicic JM, Ard JD, et al. 2013 AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*. 2014;129(25 Suppl 2):S76-99.
- 15) World Health Organization. Guideline: Sodium Intake for Adults and Children. World Health Organization, Geneva; 2012.
- 16) Shima A, Miyamatsu N, Miura K, et al. Relationship of household salt intake level with long-term all-cause and cardiovascular disease mortality in Japan: NIPPON DATA80. *Hypertens Res*. 2020;43(2):132-139.
- 17) Ma Y, He FJ, Sun Q, et al. 24-hour urinary sodium and potassium excretion and cardiovascular risk. *N Engl*

- J Med.* 2022;386(3):252-263.
- 18) O'Donnell M, Mente A, Rangarajan S, et al. Urinary sodium and potassium excretion, mortality, and cardiovascular events. *N Engl J Med.* 2014;371(7):612-623.
 - 19) Mente A, O'Donnell M, Rangarajan S, et al. Associations of urinary sodium excretion with cardiovascular events in individuals with and without hypertension: a pooled analysis of data from four studies. *Lancet.* 2016;388(10043):465-475.
 - 20) Campbell NRC, Whelton PK, Orlas M, et al. It is strongly recommended to not conduct, fund, or publish research studies that use spot urine samples with estimating equations to assess individuals' sodium (salt) intake in association with health outcomes: a policy statement of the World Hypertension League, International Society of Hypertension and Resolve to Save Lives. *J Hypertens.* 2023;41(5):683-686.
 - 21) GBD 2017 Diet Collaborators. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet.* 2019;393(10184):1958-1972.
 - 22) Cook NR, Cutler JA, Obarzanek E, et al. Long term effects of dietary sodium reduction on cardiovascular disease outcomes: observational follow-up of the trials of hypertension prevention (TOHP). *BMJ.* 2007;334(7599):885-888.
 - 23) He FJ, MacGregor GA. Salt reduction lowers cardiovascular risk: meta-analysis of outcome trials. *Lancet.* 2011;378(9789):380-382.
 - 24) Leyvraz M, Chatelan A, da Costa BR, et al. Sodium intake and blood pressure in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis of experimental and observational studies. *Int J Epidemiol.* 2018;47(6):1796-1810.
 - 25) He FJ, MacGregor GA. Importance of salt in determining blood pressure in children: meta-analysis of controlled trials. *Hypertension.* 2006;48(5):861-869.
 - 26) Morinaga Y, Tsuchihashi T, Ohta Y, et al. Salt intake in 3-year-old Japanese children. *Hypertens Res.* 2011;34(7):836-839.
 - 27) Yasutake K, Nagafuchi M, Izu R, et al. Sodium and potassium urinary excretion levels of preschool children: Individual, daily, and seasonal differences. *J Clin Hypertens (Greenwich).* 2017;19(6):577-583.
 - 28) Ohta Y, Iwayama K, Suzuki H, et al. Salt intake and eating habits of school-aged children. *Hypertens Res.* 2016;39(11):812-817.
 - 29) Tsuchihashi T, Ishimitsu T, Ando K, et al. JSH Statement: Tokyo declaration promoting salt reduction by the Japanese Society of Hypertension-the JSH Tokyo declaration. *Hypertens Res.* 2020;43(11):1133-1134.
 - 30) Saitoh S, Takagi S, Takahashi H, et al. Epidemiology of obesity: an epidemiological study in rural communities of Hokkaido, Japan. *Intern Med.* 1999;38(2):195-197.
 - 31) Jayedi A, Rashidy-Pour A, Khorshidi M, et al. Body mass index, abdominal adiposity, weight gain and risk of developing hypertension: a systematic review and dose-response meta-analysis of more than 2.3 million participants. *Obes Rev.* 2018;19(5):654-667.
 - 32) Kawamura M, Adachi T, Nakajima J, et al. Factors that affect calorie-sensitive and calorie-insensitive reduction in blood pressure during short-term calorie restriction in overweight hypertensive women. *Hypertension.* 1996;27(3 Pt 1):408-413.
 - 33) Hinojosa MW, Varela JE, Smith BR, et al. Resolution of systemic hypertension after laparoscopic gastric bypass. *J Gastrointest Surg.* 2009;13(4):793-797.

- 34) Doumouras AG, Wong JA, Paterson JM, et al. Bariatric surgery and cardiovascular outcomes in patients with obesity and cardiovascular disease: A population-based retrospective cohort study. *Circulation*. 2021;143(15):1468-1480.
- 35) Semlitsch T, Krenn C, Jeitler K, et al. Long-term effects of weight-reducing diets in people with hypertension. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;2(2):CD008274.
- 36) Abraham TM, Pedley A, Massaro JM, et al. Association between visceral and subcutaneous adipose depots and incident cardiovascular disease risk factors. *Circulation*. 2015;132(17):1639-1647.
- 37) 日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会. 肥満研究 臨時増刊号 肥満症診断基準 2011. 日本肥満学会; 2011.
- 38) Tasnim S, Tang C, Musini VM, et al. Effect of alcohol on blood pressure. *Cochrane Database Syst Rev*. 2020;7(7):CD012787.
- 39) Nakamura K, Okamura T, Hayakawa T, et al. The proportion of individuals with alcohol-induced hypertension among total hypertensives in a general Japanese population: NIPPON DATA90. *Hypertens Res*. 2007;30(8):663-668.
- 40) Marmot MG, Elliott P, Shipley MJ, et al. Alcohol and blood pressure: the INTERSALT study. *BMJ*. 1994;308(6939):1263-1267.
- 41) Yoshita K, Miura K, Morikawa Y, et al. Relationship of alcohol consumption to 7-year blood pressure change in Japanese men. *J Hypertens*. 2005;23(8):1485-1490.
- 42) Di Federico S, Filippini T, Whelton PK, et al. Alcohol intake and blood pressure levels: A dose-response meta-analysis of nonexperimental cohort studies. *Hypertension*. 2023;80(10):1961-1969.
- 43) Ueshima H, Mikawa K, Baba S, et al. Effect of reduced alcohol consumption on blood pressure in untreated hypertensive men. *Hypertension*. 1993;21(2):248-252.
- 44) Roerecke M, Kaczorowski J, Tobe SW, et al. The effect of a reduction in alcohol consumption on blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Public Health*. 2017;2(2):e108-e120.
- 45) Whelton PK, Carey RM, Aronow WS, et al. 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: Executive summary: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*. 2018;71(6):1269-1324.
- 46) Makita S, Onoda T, Ohsawa M, et al. Influence of mild-to-moderate alcohol consumption on cardiovascular diseases in men from the general population. *Atherosclerosis*. 2012;224(1):222-227.
- 47) Kitamura A, Iso H, Sankai T, et al. Alcohol intake and premature coronary heart disease in urban Japanese men. *Am J Epidemiol*. 1998;147(1):59-65.
- 48) Wood AM, Kaptoge S, Butterworth AS, et al. Risk thresholds for alcohol consumption: combined analysis of individual-participant data for 599 912 current drinkers in 83 prospective studies. *Lancet*. 2018;391(10129):1513-1523.
- 49) Biddinger KJ, Emdin CA, Haas ME, et al. Association of habitual alcohol intake with risk of cardiovascular disease. *JAMA Netw Open*. 2022;5(3):e223849.
- 50) Iso H, Baba S, Mannami T, et al. Alcohol consumption and risk of stroke among middle-aged men: the JPHC Study Cohort I. *Stroke*. 2004;35(5):1124-1129.
- 51) Kiyohara Y, Kato I, Iwamoto H, et al. The impact of alcohol and hypertension on stroke incidence in a

- general Japanese population. The Hisayama Study. *Stroke*. 1995;26(3):368-372.
- 52) Appel LJ, Moore TJ, Obarzanek E, et al. A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. DASH Collaborative Research Group. *N Engl J Med*. 1997;336(16):1117-1124.
 - 53) Poorolajal J, Zeraati F, Soltanian AR, et al. Oral potassium supplementation for management of essential hypertension: A meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS One*. 2017;12(4):e0174967.
 - 54) Aburto NJ, Hanson S, Gutierrez H, et al. Effect of increased potassium intake on cardiovascular risk factors and disease: systematic review and meta-analyses. *BMJ*. 2013;346(apr03 3):f1378.
 - 55) Yang Q, Liu T, Kuklina EV, et al. Sodium and potassium intake and mortality among US adults: prospective data from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Arch Intern Med*. 2011;171(13):1183-1191.
 - 56) Okayama A, Okuda N, Miura K, et al. Dietary sodium-to-potassium ratio as a risk factor for stroke, cardiovascular disease and all-cause mortality in Japan: the NIPPON DATA80 cohort study. *BMJ Open*. 2016;6(7):e011632.
 - 57) Cook NR, Obarzanek E, Cutler JA, et al. Joint effects of sodium and potassium intake on subsequent cardiovascular disease: the Trials of Hypertension Prevention follow-up study. *Arch Intern Med*. 2009;169(1):32-40.
 - 58) Kogure M, Hirata T, Nakaya N, et al. Multiple measurements of the urinary sodium-to-potassium ratio strongly related home hypertension: TMM Cohort Study. *Hypertens Res*. 2020;43(1):62-71.
 - 59) World Health Organization. Guideline: Potassium Intake for Adults and Children. World Health Organization, Geneva; 2012.
 - 60) Neal B, Wu Y, Feng X, et al. Effect of salt substitution on cardiovascular events and death. *N Engl J Med*. 2021;385(12):1067-1077.
 - 61) Yin X, Rodgers A, Perkovic A, et al. Effects of salt substitutes on clinical outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Heart*. 2022;108(20):1608-1615.
 - 62) Wang L, Manson JE, Buring JE, et al. Dietary intake of dairy products, calcium, and vitamin D and the risk of hypertension in middle-aged and older women. *Hypertension*. 2008;51(4):1073-1079.
 - 63) Ruidavets JB, Bongard V, Simon C, et al. Independent contribution of dairy products and calcium intake to blood pressure variations at a population level. *J Hypertens*. 2006;24(4):671-681.
 - 64) Behers BJ, Melchor J, Behers BM, et al. Vitamins and minerals for blood pressure reduction in the general, normotensive population: A systematic review and meta-analysis of six supplements. *Nutrients*. 2023;15(19):4223.
 - 65) Cormick G, Ciapponi A, Cafferata ML, et al. Calcium supplementation for prevention of primary hypertension. *Cochrane Database Syst Rev*. 2021;8(8):CD010037.
 - 66) Zhang X, Li Y, Del Gobbo LC, et al. Effects of magnesium supplementation on blood pressure: A meta-analysis of randomized double-blind placebo-controlled trials. *Hypertension*. 2016;68(2):324-333.
 - 67) Rosanoff A, Costello RB, Johnson GH. Effectively prescribing oral magnesium therapy for hypertension: A categorized systematic review of 49 clinical trials. *Nutrients*. 2021;13(1):195.
 - 68) Ueshima H, Stamler J, Elliott P, et al. Food omega-3 fatty acid intake of individuals (total, linolenic acid, long-chain) and their blood pressure: INTERMAP study. *Hypertension*. 2007;50(2):313-319.
 - 69) Virtanen JK, Nyantika AN, Kauhanen J, et al. Serum long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids,

methylmercury and blood pressure in an older population. *Hypertens Res.* 2012;35(10):1000-1004.

- 70) Zhang X, Ritonja JA, Zhou N, et al. Omega-3 polyunsaturated fatty acids intake and blood pressure: A dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *J Am Heart Assoc.* 2022;11(11):e025071.
- 71) Abdelhamid AS, Brown TJ, Brainard JS, et al. Omega-3 fatty acids for the primary and secondary prevention of cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020;3(3):CD003177.
- 72) Iso H, Kobayashi M, Ishihara J, et al. Intake of fish and n3 fatty acids and risk of coronary heart disease among Japanese: the Japan Public Health Center-Based (JPHC) Study Cohort I. *Circulation.* 2006;113(2):195-202.
- 73) Yamagishi K, Iso H, Date C, et al. Fish, omega-3 polyunsaturated fatty acids, and mortality from cardiovascular diseases in a nationwide community-based cohort of Japanese men and women the JACC (Japan Collaborative Cohort Study for Evaluation of Cancer Risk) Study. *J Am Coll Cardiol.* 2008;52(12):988-996.
- 74) Miyagawa N, Miura K, Okuda N, et al. Long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids intake and cardiovascular disease mortality risk in Japanese: a 24-year follow-up of NIPPON DATA80. *Atherosclerosis.* 2014;232(2):384-389.
- 75) Sakurai M, Stamler J, Miura K, et al. Relationship of dietary cholesterol to blood pressure: the INTERMAP study. *J Hypertens.* 2011;29(2):222-228.
- 76) Miura K, Stamler J, Nakagawa H, et al. Relationship of dietary linoleic acid to blood pressure. The International Study of Macro-Micronutrients and Blood Pressure Study. *Hypertension.* 2008;52(2):408-414.
- 77) Appel LJ, Sacks FM, Carey VJ, et al. Effects of protein, monounsaturated fat, and carbohydrate intake on blood pressure and serum lipids: results of the OmniHeart randomized trial. *JAMA.* 2005;294(19):2455-2464.
- 78) Hooper L, Martin N, Jimoh OF, et al. Reduction in saturated fat intake for cardiovascular disease. *Cochrane Database Syst Rev.* 2020;5(5):CD011737.
- 79) Reynolds A, Mann J, Cummings J, et al. Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. *Lancet.* 2019;393(10170):434-445.
- 80) Reynolds AN, Akerman A, Kumar S, et al. Dietary fibre in hypertension and cardiovascular disease management: systematic review and meta-analyses. *BMC Med.* 2022;20(1):139.
- 81) Elliott P, Stamler J, Dyer AR, et al. Association between protein intake and blood pressure: the INTERMAP Study. *Arch Intern Med.* 2006;166(1):79-87.
- 82) Stamler J, Brown IJ, Daviglus ML, et al. Glutamic acid, the main dietary amino acid, and blood pressure: the INTERMAP Study (International Collaborative Study of Macronutrients, Micronutrients and Blood Pressure). *Circulation.* 2009;120(3):221-228.
- 83) Wang YF, Yancy WS Jr, Yu D, et al. The relationship between dietary protein intake and blood pressure: results from the PREMIER study. *J Hum Hypertens.* 2008;22(11):745-754.
- 84) He J, Wofford MR, Reynolds K, et al. Effect of dietary protein supplementation on blood pressure: a randomized, controlled trial. *Circulation.* 2011;124(5):589-595.
- 85) Dong JY, Tong X, Wu ZW, et al. Effect of soya protein on blood pressure: a meta-analysis of randomised controlled trials. *Br J Nutr.* 2011;106(3):317-326.
- 86) Soedamah-Muthu SS, Verberne LDM, Ding EL, et al. Dairy consumption and incidence of hypertension: a

- dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Hypertension*. 2012;60(5):1131-1137.
- 87) Tielemans SMAJ, Altorf-van der Kuil W, Engberink MF, et al. Intake of total protein, plant protein and animal protein in relation to blood pressure: a meta-analysis of observational and intervention studies. *J Hum Hypertens*. 2013;27(9):564-571.
- 88) Gopinath B, Flood VM, Rochtchina E, et al. Influence of high glycemic index and glycemic load diets on blood pressure during adolescence. *Hypertension*. 2012;59(6):1272-1277.
- 89) Brown IJ, Stamler J, Van Horn L, et al. Sugar-sweetened beverage, sugar intake of individuals, and their blood pressure: International Study of Macro/Micronutrients and Blood Pressure. *Hypertension*. 2011;57(4):695-701.
- 90) Qin P, Li Q, Zhao Y, et al. Sugar and artificially sweetened beverages and risk of obesity, type 2 diabetes mellitus, hypertension, and all-cause mortality: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *Eur J Epidemiol*. 2020;35(7):655-671.
- 91) Filippou CD, Tsioufis CP, Thomopoulos CG, et al. Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet and blood pressure reduction in adults with and without hypertension: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Adv Nutr*. 2020;11(5):1150-1160.
- 92) Estruch R, Ros E, Salas-Salvadó J, et al. Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet supplemented with extra-virgin olive oil or nuts. *N Engl J Med*. 2018;378(25):e34.
- 93) Cowell OR, Mistry N, Deighton K, et al. Effects of a Mediterranean diet on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials and observational studies. *J Hypertens*. 2021;39(4):729-739.