

話題のトコトリエノール

なぜ今「もう1つ」のビタミンEが医療専門家に注目されているのか

SHAWN TALBOTT 博士 (PhD, MS)

栄 養生化学者として、私は簡単な食生活の変更が健康に大きな影響を及ぼし得ることが研究で示されていることに大きな関心を抱いています。近年、これまでほとんど知られていなかったトコトリエノールと呼ばれるビタミンEの一種に対する関心が高まってきました。トコトリエノールは、皆さんが毎日飲むマルチビタミン剤に含まれているビタミンEとは種類が異なり、たいていの方は食べ物からも十分な量を摂取できていません。最近の研究で、トコトリエノールには脳や心臓の健康サポートからがん予防の可能性まで、さまざまな効用があることが示されています。

2種類のビタミンEを理解する

ビタミンEを1つの栄養素と思っている人が多いのですが、実際にはトコフェロールとトコトリエノールの2種類があり、それぞれに異なる健康上の利点があります。

トコフェロール：トコフェロールは、マルチビタミンやビタミンEのサプリメントに含まれる一般的なビタミンEです。トコフェロールはナッツ類や種子類に天然成分として含まれているため、簡単に食生活に取り入れることができます。しかし、サプリメントに含まれるトコフェロールの大半は、大豆（天然）や石油副産物（合成）に由来しています。トコフェロールは低価格で入手でき、加工コストが低いいため、ビタミンEの抗酸化効果や抗炎症効果を明らかにした初期研究の大半ではトコフェロールが用いられました。

トコトリエノール：トコトリエノールには、トコフェロールの40～60倍の抗酸化作用があります。トコトリエノールは、全身の細胞を炎症や酸化によるダメージから守るだけでなく、脳や心臓の健康維持にも優れています。

ビタミンE分子には8種類の異性体があり、4種類のトコフェロールと4種類のトコトリエノール（ α 、 β 、 γ 、 δ ）によって構成されています。トコフェロールとトコトリエノールにはいずれも強力な抗酸化活性がありますが、トコトリエノールは化学構造がトコフェロールと異なります。具体的には、トコトリエノール分子の尾部基は抗酸化機能を果たすだけでなく、コレステロールの生成に必要なHMG-CoA還元酵素のダウンレギュレーションによりコレステロール値を低下させることがわかっています。このHMG-CoA還元酵素のダウンレギュレーションは、総コレステロール値とLDLコレステロール値を低下させることが示されており、トコトリエノールの化学予防作用をつかさどる経路の1つである可能性があります。

新たな発見

世界中の科学者がこの「もう1つ」のビタミンEに注目するようになるにつれ、トコトリエノールに関する期待感が高まっています。トコトリエノールは強力な細胞保護物質であることから、体の多数の器官をサポートします。

機構に関する最近の研究により、トコトリエノール型のビタミンEに

は抗酸化活性（活性酸素種および窒素種に抵抗）や抗炎症活性（シクロオキシゲナーゼおよび5-リポキシゲナーゼを触媒とするエイコサノイドの阻害や、NF- κ BおよびSTATシグナル伝達の抑制）を含む固有の抗酸化作用や抗炎症作用があり、慢性疾患に対して α -トコフェロールより優れた効果があることを示しています。トコトリエノールの抗酸化活性は、スーパーオキシドラジカルなどの有害なフリーラジカルを消去するスーパーオキシドジスムターゼ（SOD）やグルタチオンペルオキシダーゼといった抗酸化酵素の誘導を通じて発揮されます。一般的にトコトリエノールには、心臓保護的、神経保護的、および化学予防的な幅広い生物活性が認められることから、健康サポートに大きく貢献する可能性が期待されています。



パーム油にはココナッツ油の20倍のトコトリエノールが含まれています。レッドパーム油は、基本的にどんな料理にも使用でき、世界の食材を集めた高級スーパーなどで簡単に入手できます。

心臓保護（コレステロールと血圧）

トコトリエノールは、 α -トコフェロール（「通常の」ビタミンE）にはないコレステロール値低下作用があることがたびたび示されています。動物を使用したトコトリエノール補給試験では、トコトリエノールを補給した場合、総コレステロール値とLDLコレステロール値の低下に加え、HDL/LDLコレステロール比の改善が認められたのに対し、トコフェロールの補給ではそうした効果は認められませんでした。ヒトを対象とした試験では、トコトリエノール（1日75～100mg）を補給した結果、2ヵ月以内に総コレステロール値が13～22パーセント低下し、LDLコレステロール値が9～20パーセント低下しました。また、こ

これらの試験のうち 1 件では、LDL/HDL 比が 12~21 パーセント低下しました。

メタボリックシンドロームや糖尿病の患者を対象としたいくつかの試験では、トコトリエノールにより高血糖（血糖値の上昇）や高脂血症（コレステロール値やトリグリセリド値の上昇）など各疾患に伴う症状が低減したことが示されています。2 型糖尿病患者では、トコトリエノールにより 60 日間で血清中の総脂質が 23 パーセント低下し、トリグリセリド値が最大 30 パーセント低下、総コレステロール値が 30 パーセント低下、そして LDL コレステロール値が 42 パーセント低下（179 mg/dL から 104 mg/dL に低下）したことが示されました。

頸動脈硬化症患者を対象とした 4 年間の試験では、トコトリエノールの補給により頸動脈硬化が退縮したことが示されており、サプリメントを服用した患者の 88 パーセントで頸動脈硬化の退縮や安定化が認められました。高血圧も心疾患の発症率を上昇させる要因の 1 つですが、最近の動物試験によって、トコトリエノールに血圧を低下させる作用があることが示唆されています。高血圧のラットに 3 ヶ月間トコトリエノールを投与した結果、血漿および血管の脂質過酸化物が減少し、抗酸化物質の総合状態が改善しました。収縮期血圧と一酸化窒素合成酵素（NOS）活性は、いずれも本態性高血圧症の発症に極めて重要な役割を果たすことがわかっていますが、トコトリエノールの補給により収縮期血圧が有意に低下し、NOS 活性が改善されることが示されました。

化学予防（がんリスクの低減）

トコトリエノールは、同じビタミン E であるトコフェロールの利点をはるかに上回る、がん細胞の増殖抑制や細胞死誘導による抗腫瘍効果があることがたびたび示されています。がん細胞は、増殖シグナルの自己充足、増殖抑制に対する抵抗性、無制限な複製能力、プログラム細胞死（アポトーシス）の回避、持続的な血管新生、そして組織浸潤と転移など、異常な酸化/炎症性代謝と関連したいくつかの明確な特徴によって、健康な細胞と区別されます。

トコトリエノールの強力な抗がん作用は、主に Nrf2（酸化）や NF-κB（炎症）の制御などの領域における高い酸化能力と抗炎症能力によるものと考えられています。悪性度が高いがん細胞ほど、トコトリエノールのアポトーシス活性に対する感受性が高い傾向があります（乳がん、前立腺がん、子宮頸がん、肝臓がん、肺がん、および最も致命的な皮膚がんの一種である黒色腫の細胞）。

神経保護（神経系の保護と脳卒中の予防）

現在 NIH の資金提供を受けてオハイオ州立大学医療センターと共同で行っている試験に基づき、Chandan Sen 教授は、α-トコトリエノールが脳卒中関連イベントにおける脳機能のサポートに効力を発揮することを示すいくつかの査読付論文を発表しています。また、さまざまな試験により、トコトリエノールは一般的に神経保護的であり、特にパーキンソン病に対して作用することが示唆されています。

パーム油はα-トコトリエノールを最も多く含む供給源です。α-トコトリエノールには強力な酸化能力があるだけでなく、酸化能力とは関係のない固有の神経保護効果があります。パーム油由来のα-トコトリエノールは、神経機能障害のさまざまな実験モデルにおいて神経変性を軽減することが示されています。ある一連の動物試験で

は、トコトリエノールを補給した場合、補給しなかった場合に比べ、脳卒中による脳組織の損傷が有意に低減しました。トコトリエノールの神経保護作用とコレステロール低下作用は、いずれも脳卒中のリスクが高い人に対する栄養介入の強力な根拠を示しています。

食事に含まれるトコトリエノール

サプリメントに含まれるα-トコフェロールの量（一般的に~400 IU）は、米国人が食事で摂取する量の 30~40 倍です（野菜や植物性食品を中心とした心臓の健康に良い食事には、トコフェロールが約 20 パーセント、トコトリエノールが約 80 パーセント含まれている必要があります）。トコトリエノールは、油脂類（パーム油、米ぬか油など）、野菜や穀類（小麦、大麦など）、果物（アボカド、ブルーベリー、オリーブなど）、ナッツ類や種子類（アーモンド、ココナッツ、アナーチなど）、そして肉や卵に含まれています。

しかし、食品に含まれるビタミン E の大半（約 70 パーセント）はトコフェロールです。ナッツ類や種子類、そして葉菜類などのビタミン E が豊富な食品を摂っていても、トコトリエノールの健康効果は得られない可能性があります。ビタミン E は、植物の脂質部分に含まれているため、たいていは調理油が最も優れた供給源となります。ところが、オリーブ油、大豆油、ヘコバナ油などの「健康的な油」にはトコトリエノールが含まれていません。最も含有量が多いのはパーム油であり、ココナッツ油の 20 倍のトコトリエノールが含まれています。レッドパーム油は、基本的にどんな料理にも使用でき、世界の食材を集めた高級スーパーなどで簡単に入手できます。また、パーム由来のトコトリエノールをサプリメントとして摂取することも可能であり、1 日 100~300 mg を毎日補給すると、脳や心臓を始め全般的な健康のサポートに効果がある可能性が研究によって示唆されています。

持続可能性

私は科学者として、マレーシア産のパーム油に由来するトコトリエノールをお勧めします。その理由は、トコトリエノール研究の大多数がこのパーム油を用いて行われてきたためです。また、環境保護の観点からも、持続可能なトコトリエノールの供給源としてパーム油を高く評価しており、マレーシアの 40 万以上の家族農家がマレーシアの持続可能なパーム油認証である MSPO（Malaysian Sustainable Palm Oil）基準による認証生産者となっています。MSPO 基準には、確実に持続可能な形で生産活動を行い、環境フットプリントの削減における責任を果たすようにする適正農業規範が含まれています。たとえば、マレーシアでは 90 年代から森林伐採が法律で禁止され、全国土の 50 パーセント以上を森林として保全しています。ヤシの実生産は全体の最大 40 パーセントを家族農場が担っています。これは、自分たちの農場の木を大切に育み、土地を大事にしたいと考える真面目な農家を支持するものであり、それによって家族を養うことができるようになっていきます。

SHAWN TALBOTT 博士 (PHD, MS) は、米国のオリンピックトレーニングセンターでさまざまなスポーツのエリート選手たちの教育にたずさわってきました。また、栄養やフィットネスに関する何百もの記事を執筆し、10 冊以上の書籍を出版しています。//palmoilhealth.org

Original Article: Shawn Talbott. Talking Tocotrienols. Why health professionals are taking notice of "the other" VITAMIN E. Alternative Medicine. September/October 2016.