

PARA PUBLICACIÓN INMEDIATA

Servicio de Noticias de Medicina Ortomolecular, 27 de Abril, 2020

Forms, Doses, and Effects of Vitamins C and E

Por Robert G. Smith, PhD

(OMNS 27 de abril de 2020) Los suplementos de vitaminas y minerales se venden en varias formas. Algunas vitaminas se venden como "naturales", lo que a menudo significa que el producto se ha purificado a partir de un producto vegetal o animal. Otros son sintéticos, lo que puede significar que el bioquímico se ha fabricado a partir de productos químicos que no se obtuvieron directamente de las plantas. Pero los términos "natural" y "sintético" pueden ser confusos, porque en algunos casos, un producto vitamínico "natural" no significa necesariamente la mejor compra, ya que puede ser caro y sin contenido puro de vitamina. En otros casos, la forma "natural" más cara es superior a la forma "sintética" ya que contiene un nivel más alto de vitamina bioactiva.

Vitamina C

La vitamina C (ascorbato) es el principal antioxidante extracelular del cuerpo. La mayoría de los demás mamíferos pueden producir su propio ascorbato, pero los humanos, los primates y los conejillos de indias deben obtenerlo de su dieta. La vitamina C tiene muchos efectos beneficiosos. Apoya a otros antioxidantes (por ejemplo, glutatión y vitamina E), fortalece el sistema inmunológico, es un co-factor necesario en la síntesis de colágeno, es esencial en el metabolismo de muchos bioquímicos esenciales y tiene una función importante en la lucha contra el estrés oxidativo. [1] La dosis mínima requerida (RDA) es de 100 mg / día, pero se considera que es demasiado baja para la mayoría de las personas. Cuando se encuentra bajo un estrés severo, el nivel de vitamina C puede caer precipitadamente, requiriendo altas dosis para restaurar el nivel. Las dosis recomendadas oscilan entre 1000 y 10,000 mg de vitamina C por día en dosis divididas, o mucho más si está bajo estrés, p. Ej. una infección por virus o shock séptico. [1] En casos raros, se debe tomar precaución con la dosis de vitamina C (p. Ej., Deficiencia de G6PD, hemocromatosis) pero para la mayoría de las personas, la consideración principal es tomar la mayor cantidad posible en dosis divididas durante todo el día, hasta la tolerancia intestinal. [1-3] Le recomendamos que hable sobre los suplementos vitamínicos con su médico.

El factor alimenticio "vitamina C" fue nombrado en la década de 1920 por Funk, el bioquímico subyacente, el escorbuto prevenido, aislado en la década de 1930 por Szent-Gyorgyi, y la fórmula química del "ácido ascórbico" probada por Haworth. [4] Sin embargo, se ha producido confusión sobre la existencia de otros bioquímicos (flavonoides) que algunos han pensado que forman parte de la vitamina C y son sinérgicos con el ácido ascórbico, tras el hallazgo de Szent-Gyorgyi de que los flavonoides parecían ser necesarios para la salud de los

capilares de cobayos. En las últimas décadas, sin embargo, la mayoría de los bioquímicos están de acuerdo en que la vitamina C es de hecho ácido L-ascórbico. Aunque sigue siendo posible que se descubran otras vitaminas y nutrientes esenciales, se sabe que la vitamina C o "ácido L-ascórbico" es el bioquímico que previene el escorbuto.

Vitamina C sintética

La vitamina C sintética se deriva de la glucosa mediante una variedad de métodos que se basan en enzimas biológicas para catalizar reacciones estereoespecíficas para producir ácido L-ascórbico. Este es el bioquímico idéntico al ácido L-ascórbico que los animales producen en su cuerpo. Para la síntesis industrial, el material de partida habitual es almidón de maíz o trigo, que se convierte mediante ácido y enzimas en D-glucosa, y luego mediante hidrogenación a alta temperatura en D-sorbitol. El sorbitol se convierte mediante una etapa de fermentación en ácido 2-ceto-L-gulónico (2KGA) o un producto de reacción intermedio, que luego se oxida más mediante biocatalizadores (enzimas naturales) a ácido L-ascórbico. [5,6] Este proceso industrial moderno (Reichstein) se inventó en 1933, pero se elaboró más en China en la década de 1960 utilizando otros biocatalizadores. [5,6] Después de la purificación final, ambos procesos producen aproximadamente un 60% de rendimiento de ácido L-ascórbico a partir de la D-glucosa original. Dado que las etapas de fermentación y biocatalización utilizan enzimas biológicas naturales que mantienen la estereoespecificidad de los productos, el producto final es ácido L-ascórbico puro.

Ácido Eritórbico

El isómero ácido D-isoascórbico (ácido eritórbico) también se fabrica mediante una síntesis de biocatalizador estereoespecífico. [6] s absorbido por el cuerpo, aunque de forma menos eficiente que el ácido L-ascórbico, y tiene propiedades antioxidantes idénticas al ácido L-ascórbico, pero no tiene la actividad biológica del L-ascorbato y no puede prevenir el escorbuto. [7] El ácido eritórbico se usa ampliamente como conservante antioxidante de los alimentos y se cree que es seguro. [8-10]

Palmitato de Ascorbilo

Otra forma de vitamina C es un éster de ácido ascórbico y ácido palmítico llamado "palmitato de ascorbilo". Esta es una forma soluble en grasa de vitamina C que se usa ampliamente como aditivo para prevenir el deterioro en los alimentos y en las cremas para la piel. Puede incorporarse a las membranas celulares y puede proteger a otras biomoléculas del daño de los radicales libres. Sin embargo, aunque puede proteger los alimentos grasos como las papas fritas, no se puede utilizar como vitamina C hasta que el ácido del estómago lo digiera en sus componentes palmítico y ácido ascórbico. El palmitato de ascorbilo no debe confundirse con "Ester-C", que es una combinación de ascorbato de calcio y metabolitos asociados de ascorbato.

Vitamina C tamponada

El ácido L-ascórbico es ácido, similar al vinagre en su acidez, y en algunas personas puede irritar el estómago o cuando se aplica en la piel. La forma tamponada de vitamina C, L-ascorbato de sodio (a menudo vendido como "ascorbato de sodio") u otras sales minerales, p. Ej. el ascorbato de potasio, calcio o magnesio no es ácido y no causa malestar estomacal ni irrita la piel. Esta forma de ascorbato de sodio tamponado se utiliza para la administración intravenosa de vitamina C. Aunque contiene sodio, no afecta mucho la presión arterial ya que carece del cloruro que se encuentra en la sal. Las tabletas masticables de vitamina C pueden dañar los dientes si la vitamina C es ácida, por lo que es importante leer la etiqueta de contenido para buscar ascorbato de sodio.

Vitamina C liposomal

Los liposomas son vesículas pequeñas (~ 50 nM de diámetro) de membranas fosfolipídicas, similares a la membrana lipídica bicapa de las células vivas, que se suministran en una solución de agua o alcohol (etanol) para ingestión oral. Los liposomas pueden contener una pequeña cantidad de una solución bioquímica y / o mineral. La membrana protege el contenido hasta que el liposoma se fusiona con la membrana celular para liberar el bioquímico directamente en la célula. Dado que este método de liberación no requiere ningún proceso de transporte activo (como los transportadores de glucosa que absorben la vitamina C en las células), comprende un método de absorción independiente y puede aumentar el nivel máximo de vitamina C absorbida por el cuerpo. [\[11\]](#) Los liposomas pueden contener prácticamente cualquier forma de vitamina C, pero la forma habitual es el ácido L-ascórbico, a veces mezclado con ascorbato de sodio. Por lo general, se considera que la vitamina C liposomal es más eficaz que la vitamina C oral regular. La dosis recomendada es de 1000 a 2000 mg tomados de 1 a 3 veces al día, o más si se encuentra bajo estrés, p. Ej. una infección por virus.

Confusión sobre la vitamina C natural

A veces se ha afirmado que la "forma natural" de la vitamina C es el ácido ascórbico en combinación con otras sustancias químicas naturales como los bioflavonoides y bioquímicos asociados que se encuentran en frutas y verduras. La confusión puede haberse originado en el informe de Szent-Gyorgyi de que los bioflavonoides podrían amplificar la acción del ácido ascórbico para evitar fugas de los capilares. [\[12\]](#) Sin embargo, más tarde se descubrió que el L-ascorbato es el único bioquímico necesario para prevenir el escorbuto. Aunque los bioflavonoides de las plantas no son vitaminas, es decir, no se han considerado esenciales para la salud humana, son antioxidantes y beneficiosos para la salud.

Otra confusión sobre la vitamina C "natural" es el mito de que sólo el ascorbato purificado directamente de fuentes naturales contiene el estereoisómero bioactivo puro L-ascorbato. Esta confusión puede haberse originado con la vitamina E, que

comúnmente se vende como un producto sintético que contiene isómeros tanto d como l, dl-alfa-tocoferol (ver "vitamina E" a continuación). El proceso de fabricación que crea vitamina C a partir de glucosa produce solo la forma de L-ascorbato puro porque la conversión estereoespecífica se logra con biocatalizadores. Puede estar seguro de que cuando compra vitamina C sintética barata, obtiene la vitamina L-ascorbato pura que previene el escorbuto y es un co-factor necesario para muchas reacciones enzimáticas biológicas.

Purchase vitamin C in capsules and bulk crystals

Existe una amplia variedad de formas de envasado para la vitamina C. Se puede comprar como ácido L-ascórbico en forma pura como tabletas, cápsulas que contienen cristales de vitamina C o los cristales en forma de polvo a granel. La forma de cápsula generalmente se absorbe mejor que la forma de tableta, pero la forma de polvo a granel es menos costosa. La vitamina C también se puede comprar como una sal mineral tamponada (no ácida) de ascorbato, p. Ej. ascorbato de calcio, magnesio o sodio. Se puede encontrar un excelente resumen de las diferentes formas de vitamina C en línea en el Instituto Linus Pauling. [\[7\]](#)

Vitamin E (tocoferol, tocotrienol)

La vitamina E es un poderoso antioxidante que protege las membranas celulares del daño de los radicales libres. Se encuentra en una variedad de alimentos, incluidos los aceites vegetales (por ejemplo, canola, maíz, oliva, maní, cártamo, soja), nueces, semillas de girasol, productos de tomate, verduras (espinaca, remolacha, nabo, col rizada, berza). Cuando se toma como suplemento, se ha demostrado que beneficia la salud de los vasos sanguíneos y reduce la tasa de coagulación. La vitamina E fortalece los latidos del corazón y tiene una variedad de otros efectos beneficiosos. [\[13-17\]](#) La dosis recomendada comienza con 200 UI / día durante varias semanas, luego progresa lentamente a dosis diarias más altas (400-800 UI / día o más). Después de proporcionar su función antioxidante, una molécula de vitamina E se puede regenerar (es decir, volver a reducir) por contacto con otros antioxidantes como la vitamina C o el glutatión (GSH). También se puede usar tópicamente para ayudar a que la piel sane después de una quemadura. [\[15\]](#)

La vitamina E comprende 4 formas de tocoferol:

alfa-tocoferol
beta-tocoferol
gamma-tocoferol
delta-tocoferol

y 4 formas de tocotrienol:

alfa-tocotrienol
beta-tocotrienol

gamma-tocotrienol
delta-tocotrienol

Structure of tocoferols and tocotrienols

Los tocoferoles y tocotrienoles tienen una "cabeza" polar soluble en agua y una "cola" soluble en grasa. Las formas alfa, beta, gamma y delta difieren en la estructura de la cabeza, y los tocoferoles y tocotrienoles difieren en la estructura de la cola. [13] Tanto los tocoferoles como los tocotrienoles se encuentran en la bicapa lipídica de las membranas celulares con la cola insertada junto a otras moléculas lipídicas y la cabeza polar sobresaliendo en la solución. La cola de tocoferol está saturada (es decir, no tiene dobles enlaces C-C) pero la cola de tocotrienol es poliinsaturada (con 3 dobles enlaces C-C).

Tocopherols

La forma de vitamina E más vendida es el alfa-tocoferol. Es la forma más abundante en el cuerpo y originalmente se pensó que era la forma más importante de vitamina E cuando se descubrió por primera vez, que estaba en reproducción. Es un importante antioxidante soluble en grasa que se encuentra en las membranas celulares para proteger los ácidos grasos y las proteínas de la membrana de la oxidación de los radicales libres. Las otras formas de tocoferol son importantes antioxidantes, pero además tienen una variedad de otras funciones no relacionadas, por ejemplo, en las vías de señalización celular. [13] El alfa-tocoferol se vende en las formas naturales "d-alfa-tocoferol" y "tocoferoles mixtos". Estas formas tienen una alta actividad biológica y se purifican a partir de productos vegetales naturales.

Tocotrienols

En comparación con los tocoferoles, los tocotrienoles son antioxidantes más potentes, pero también son más caros porque se encuentran en niveles más bajos en el material vegetal de origen. Además de su poderosa función antioxidante, están involucrados en una variedad de otras importantes funciones metabólicas y de señalización. [15-19] Se cree que participan en la regulación de las vías del metabolismo de los lípidos y la biosíntesis de ácidos grasos, y también en la modulación de la homeostasis de la glucosa, por lo que pueden ser útiles para prevenir la diabetes. [16,17] El beta- y el gamma-tocotrienol tienen potentes efectos contra el cáncer. [18] Los tocotrienoles del aceite de palma protegen contra los cambios neurodegenerativos en la retinopatía diabética. [19]

Vitamina E natural

La vitamina E se puede purificar a partir de aceites naturales destilados de diversas fuentes vegetales, como palmas, plátanos, piñas, puerros silvestres, caña de azúcar, arroz, trigo y otros cereales, y algas verdes. [20] Dado que estos aceites contienen una mezcla de las diferentes formas de tocoferol y tocotrienol, el

aceite purificado a menudo se vende como una mezcla, comúnmente etiquetada como "tocoferoles mixtos" o "tocotrienoles". La vitamina E natural también se vende como d-alfa-tocoferol al 100%, purificada adicionalmente a partir de la mezcla de tocoferol. Es probable que la forma de "tocoferoles mixtos" proporcione más beneficios para la salud que el d-alfa-tocoferol.

Synthetic vitamin E

La forma alfa-tocoferol de la vitamina E también se puede sintetizar mediante un proceso químico que crea estereoisómeros d y l en igual proporción. La síntesis se realiza mediante una reacción catalizada por ácido de trimetilhidroquinona y fitol. Ambos isómeros d y l tienen una capacidad antioxidante idéntica, pero solo el d-alfa-tocoferol (también llamado RRR-alfa-tocoferol) tiene actividad biológica donde es absorbido por el cuerpo y utilizado en muchos procesos bioquímicos. Vías y órganos. Existe alguna evidencia de que la forma sintética, dl-alfa-tocoferol (también llamado todo-rac-alfa-tocoferol), puede causar efectos secundarios no deseados. [22] El método de síntesis química genera pero no puede separar fácilmente las formas d- y l-tocoferol, y dado que ambas formas son poderosos antioxidantes, pueden servir para proteger los alimentos a base de aceite y las cremas para la piel. Sin embargo, el dl-alfa-tocoferol tiene solo el 50% de la actividad biológica del d-alfa-tocoferol. [13]

Para lograr el mayor beneficio de la vitamina E, las mejores formas de comprar son "tocoferoles mixtos" y "tocotrienoles" que no se pueden sintetizar pero que deben purificarse a partir de fuentes naturales. Estas formas contienen una mezcla de formas alfa, beta, delta y gamma de tocoferoles y tocotrienoles. Aunque las formas de "tocoferoles mixtos" y "tocotrienoles" de vitamina E cuestan más que la forma sintética de dl-alfa-tocoferol, pueden activar más vías en el cuerpo y brindarán el mejor beneficio para la salud.

Acetato de alfa-tocoferilo

Este bioquímico es un éster de alfa-tocoferol y ácido acético. No se oxida fácilmente, por lo que tiene una vida útil más larga que el alfa-tocoferol y puede ser hidrolizado por el ácido del estómago para liberar el alfa-tocoferol. Se agrega ampliamente a la alimentación animal para suministrar vitamina E debido a su mayor vida útil. [23] También se incluye ampliamente en cremas para la piel y se cree que se hidroliza lentamente en la piel, por lo que su contenido de alfa-tocoferol puede proteger contra los rayos UV. Desafortunadamente, recientemente se ha incluido de manera incorrecta en los productos de vapeo y se cree que ha causado un daño pulmonar severo. [24] Dado que el acetato de alfa tocoferilo no es vitamina E, el cuerpo no puede utilizarlo fácilmente y actúa como otros aceites para obstruir los pulmones cuando se inhala, lo que se cree que es el origen del daño.

La vitamina E y la vitamina C reducen el riesgo de accidentes cerebrovasculares –strokes-

Las vitaminas C y E son importantes antioxidantes y brindan excelentes beneficios antiinflamatorios. La vitamina C puede regenerar la vitamina E que se ha agotado (oxidada) al realizar su función antioxidante. Por lo tanto, la vitamina E es más eficaz cuando se toma con dosis adecuadas de vitamina C. La vitamina E ralentiza la tasa de coagulación de la sangre, lo que mejora la circulación y reduce el riesgo de accidente cerebrovascular isquémico, pero puede aumentar el riesgo de accidente cerebrovascular hemorrágico (sangrado) en pacientes con los vasos sanguíneos están débiles o dañados por la inflamación. [25] Sin embargo, cuando se toma inicialmente en una dosis baja que se aumenta gradualmente durante varias semanas, la vitamina E fortalece los vasos sanguíneos. [13-15] Los suplementos de vitaminas C y E junto con otros antioxidantes aumentan la elasticidad de las arterias y reducen la presión arterial. [26] Supplements of vitamins C and E along with other antioxidants increase elasticity of arteries and reduce blood pressure. [27] Por lo tanto, cuando se toman en conjunto, los antioxidantes como la vitamina C, E y el selenio reducen el riesgo de accidentes cerebrovasculares hemorrágicos e isquémicos, hipertensión y enfermedades cardíacas..

Conclusión

Aunque tanto la vitamina C como la vitamina E pueden sintetizarse, solo la vitamina C sintética (L-ascorbato) tiene una actividad biológica idéntica a la vitamina C natural purificada de productos vegetales. La vitamina E sintética (dl-alfa-tocoferol) tiene la mitad de la actividad biológica de la vitamina E natural y puede causar efectos secundarios no deseados. Tanto la vitamina C como la E tienen estereoisómeros que son biológicamente inactivos. Sin embargo, la vitamina C se fabrica y vende exclusivamente en forma de L-ascorbato activo puro, mientras que la vitamina E se fabrica y vende ampliamente como una mezcla de las formas biológicamente activas e inactivas (dl-alfa-tocoferol). La forma natural de vitamina E se vende ampliamente como d-alfa-tocoferol, o como una mezcla de todas las formas de tocoferol y / o tocotrienol (alfa, beta, gamma, delta). Puede estar seguro de que la vitamina C sintética (L-ascorbato) y los "tocoferoles mixtos" y "tocotrienoles" naturales son las formas más eficaces y promotoras de la salud.

Referencias

1. Orthomolecular Medicine News Service (2020) Rationale for Vitamin C Treatment of COVID-19 and Other Viruses. <http://orthomolecular.org/resources/omns/v16n21.shtml>

2. Hickey S, Roberts HJ, Cathcart RF, (2005) Dynamic Flow: A New Model for Ascorbate. *J Orthomol Med.* 20:237-244. <http://orthomolecular.org/library/jom/2005/pdf/2005-v20n04-p237.pdf>.
3. Cathcart RF (1981) The Method of Determining Proper Doses of Vitamin C for the Treatment of Disease by Titrating to Bowel Tolerance *J Orthomol Psychiat,* 10:125-132. <http://orthomolecular.org/library/jom/1981/pdf/1981-v10n02-p125.pdf>
4. Zetterström R.(2009) Nobel Prize 1937 to Albert von Szent-Györgyi: identification of vitamin C as the anti-scorbutic factor. *Acta Paediatr.* 98:915-919. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19239412>
5. Reichstein, T. und Grüssner, A. (1934): Eine ergiebige Synthese der L-Ascorbinsäure (C-Vitamin), *Helv. Chim. Acta* 17:311-328. <https://doi.org/10.1002/hlca.19340170136>
6. Pappenberger G, Hohmann HP. (2014) Industrial production of L-ascorbic Acid (vitamin C) and D-isoascorbic acid. *Adv Biochem Eng Biotechnol.* 143:143-88. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24258144>
7. Linus Pauling Inst. The Bioavailability of Different Forms of Vitamin C (Ascorbic Acid) <https://lpi.oregonstate.edu/mic/vitamins/vitamin-C/supplemental-forms>
8. Shang X, Zhou Z, Jiang S, Guo H, Lu Y. (2020) Interrelationship between myoglobin oxidation and lipid oxidation during the processing of Cantonese sausage with d-sodium erythorbate. *J Sci Food Agric.* 100:1022-1029. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31646643>
9. Leclercq C, Arcella D, Turrini A. (2000) Estimates of the theoretical maximum daily intake of erythorbic acid, gallates, butylated hydroxyanisole (BHA) and butylated hydroxytoluene (BHT) in Italy: a stepwise approach. *Food Chem Toxicol.* 38:1075-1084. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11033195>
10. R. Walker. Erythorbic acid and its sodium salt. <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v28je03.htm>
11. Davis JL, Paris HL, Beals JW, Binns SE, et al (2016) Liposomal-encapsulated Ascorbic Acid: Influence on Vitamin C Bioavailability and Capacity to Protect Against Ischemia-Reperfusion Injury. *Nutr Metab Insights.* 9:25-30. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27375360>
12. Szent-Györgyi A. (1963) Lost in the twentieth century. *Ann. Rev. Biochem.* 32:1-15. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14140702>
13. Papas A (1999) *The vitamin E factor.* HarperCollins, ISBN-13: 978-0060984434.

14. Saul AW (2011) Vitamin E Attacked Again Of Course. Because It Works. Orthomolecular Medicine News Service. <http://orthomolecular.org/resources/omns/v07n11.shtml>
15. Hoffer A, Saul AW (2008) Orthomolecular Medicine for Everyone. Basic Health Pubs. ISBN-13: 978-1591202264
16. Wong SK, Kamisah Y, Mohamed N, Muhammad N, et al. (2020) Potential Role of Tocotrienols on Non-Communicable Diseases: A Review of Current Evidence. Nutrients. 12(1). pii: E259. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31963885>
17. Pang KL, Chin KY. (2019) The Role of Tocotrienol in Protecting Against Metabolic Diseases. Molecules. 24. pii: E923. doi: 10.3390/molecules24050923. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30845769>
18. Idriss M, Hodroj MH, Fakhoury R, Rizk S. (2020) Beta-Tocotrienol Exhibits More Cytotoxic Effects than Gamma-Tocotrienol on Breast Cancer Cells by Promoting Apoptosis via a P53-Independent PI3-Kinase Dependent Pathway. Biomolecules. 10(4). pii: E577. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32283796>
19. Sadikan MZ, Nasir NAA, Agarwal R, Ismail NM. (2020) Protective Effect of Palm Oil-Derived Tocotrienol-Rich Fraction Against Retinal Neurodegenerative Changes in Rats with Streptozotocin-Induced Diabetic Retinopathy. Biomolecules. 10(4). pii: E556. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32260544>
20. Nehdi IA, Sbihi HM, Tan CP, Al-Resayes SI, Rashid U, Al-Misned FA, El-Serehy HA. (2020) Chemical Composition, Oxidative Stability, and Antioxidant Activity of Allium ampeloprasum L. (Wild Leek) Seed Oil. J Oleo Sci. Epub ahead of print] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32281562>
21. Diamond Shamrock Corp (1971) Process for preparation of d,l-alpha tocopherol. <https://patents.google.com/patent/US3708505A>
22. Ranard KM, Kuchan MJ, Bruno RS, Juraska JM, Erdman JW. (2019) Synthetic alpha-tocopherol, compared with natural alpha-tocopherol, downregulates myelin genes in cerebella of adolescent ttpa-null mice. J Nutr. pii: nxz330. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31883016>
23. Akbari Moghaddam Kakhki R, Bakhshalinejad R, Zoidis E. (2018) Interactive effects of alpha-tocopheryl acetate and zinc supplementation on the antioxidant and immune systems of broilers. Br Poult Sci. 59:679-688. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30196707>
24. Duffy B, Li L, Lu S, Durocher L, et al. (2020) Analysis of Cannabinoid-Containing Fluids in Illicit Vaping Cartridges Recovered from Pulmonary Injury

Patients: Identification of Vitamin E Acetate as a Major Diluent. Toxics. 8. pii: E8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31991538>

25. Schürks M, Glynn RJ, Rist PM, Tzourio C, Kurth T. (2010) Effects of vitamin E on stroke subtypes: meta-analysis of randomised controlled trials. BMJ. 341:c5702. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21051774>

26. Kurl S, Tuomainen TP, Laukkanen JA, Nyysönen K, et al. (2002) Plasma vitamin C modifies the association between hypertension and risk of stroke. Stroke. 33:1568-1573. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12052992>

27. Shargorodsky M, Debby O, Matas Z, Zimlichman R. (2010) Effect of long-term treatment with antioxidants (vitamin C, vitamin E, coenzyme Q10 and selenium) on arterial compliance, humoral factors and inflammatory markers in patients with multiple cardiovascular risk factors. Nutr Metab 7:55. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20604917>