



หน่วยกิตการศึกษาต่อเนื่อง
สำหรับผู้ประกอบวิชาชีพ
เภสัชกรรม

เรื่อง บทบาทและการออกฤทธิ์ของ astaxanthin ในทางคลินิก

รหัส 0001-1-000-008-06-2561

จำนวน 1.5 หน่วยกิตการศึกษาต่อเนื่อง

วันที่รับรอง 1 มิถุนายน 2561

วันที่หมดอายุ 31 พฤษภาคม 2562

โดย อ.ภญ.ทิภาดา สามสีทอง

คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

วัตถุประสงค์

1. ทราบข้อมูลทั่วไป และการออกฤทธิ์ของ astaxanthin
2. ทราบข้อมูลการใช้ astaxanthin ในทางคลินิกอย่างเหมาะสม

1. บทนำ

Astaxanthin เป็นสารในกลุ่ม carotenoid มีลักษณะเด่นทำให้เกิดสีแดง ส่วนมากพบตามสิ่งมีชีวิตในทะเล เช่น สาหร่ายสีแดง ปู กุ้ง ปลาแซลมอน และอื่น ๆ เช่น ยีสต์ ในปัจจุบันมีการนำมาใช้ทางเภสัชกรรม การเลี้ยงสัตว์น้ำ และทางสาธารณสุข ในปี ค.ศ. 1999 astaxanthin ได้รับการรับรองจากองค์การอาหารและยาของประเทศสหรัฐอเมริกาให้เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร และได้รับรางวัล GRAS (generally recognized as safe) จากประเทศญี่ปุ่นให้เป็นสารที่มีความปลอดภัยสูงในการใช้ จากการศึกษต่าง ๆ พบว่า astaxanthin มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง (potent antioxidant effect)^{2,3} และยังมีฤทธิ์ด้านการอักเสบ (anti-inflammatory effect) จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงนำมาสู่การศึกษาทั้งในสัตว์และมนุษย์ของการออกฤทธิ์ต่อระบบร่างกายอย่างกว้างขวาง บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสรุปประเด็นสำคัญ ข้อมูลการออกฤทธิ์ ประสิทธิภาพและความปลอดภัยของการใช้ astaxanthin ที่มีการใช้ในมนุษย์เป็นหลัก

2. ข้อมูลทั่วไป

ในปัจจุบัน astaxanthin สามารถสกัดได้จากธรรมชาติ และสังเคราะห์ขึ้น ซึ่งในร่างกายมนุษย์ไม่สามารถผลิตได้เอง ต้องได้จากการรับประทานอาหารเพียงอย่างเดียว อาหารที่มี astaxanthin เป็นส่วนประกอบ ได้แก่ สาหร่ายสีแดง (*Haematococcus pluvialis*: *H. pluvialis*) อาหารทะเล กุ้ง ปู ปลาแซลมอน ในปี ค.ศ. 1999 องค์การอาหารและยาของประเทศ

สหรัฐอเมริกาได้รับรอง astaxanthin เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร¹ โดยผลิตภัณฑ์ที่พบในท้องตลาดมีทั้ง astaxanthin ชนิดเดี่ยว และแบบผสมสารอื่น เช่น วิตามินซี วิตามินอี น้ำมันปลา phospholipid และสมุนไพรชนิดอื่น ๆ โดยผลิตภัณฑ์ astaxanthin ส่วนมากได้จากสาหร่ายสีแดง *H. pluvialis* มีคุณสมบัติละลายไขมันได้ดี ผลิตภัณฑ์อยู่ในรูปแบบยาเม็ด จึงแนะนำให้รับประทานหลังอาหาร เพื่อเพิ่มการดูดซึม จากการศึกษาพบว่า astaxanthin ในสูตรตำรับ lipid based ช่วยเพิ่มการดูดซึม 3.7 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรที่มีเฉพาะ astaxanthin เพียงอย่างเดียว⁴ สำหรับการศึกษาอื่น ๆ พบการใช้ phospholipid (phosphatidylcholine) ร่วมก็สามารถเพิ่มการดูดซึมได้เช่นกัน⁵ ในขณะที่แบบสังเคราะห์จะอยู่ในรูปอนุพันธ์เพื่อให้ละลายน้ำได้มากขึ้น เรียกว่า disodium disuccinate astaxanthin (DDA) ทำให้สามารถผลิตทั้งรูปแบบฉีดและรับประทานได้ ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาเปรียบเทียบการใช้ทางคลินิกของทั้ง 2 แบบ โดยงานวิจัยส่วนใหญ่ทำการศึกษา astaxanthin ที่ได้จากสาหร่ายสีแดง *H. pluvialis*

Astaxanthin (รูปที่ 1) ประกอบด้วยโครงสร้างแกนเป็นพันธะคู่สลับพันธะเดี่ยว (conjugated double bond) เรียกว่า polyene ในตำแหน่งนี้จะมีความสามารถต้านอนุมูลอิสระ โดยยับยั้งอนุมูลอิสระที่เกิดจากออกซิเจนซิงเกิลท์ (singlet oxygen quenching: 1O_2) อยู่ใน phospholipid membrane และส่วนแกนจะเชื่อมต่อกับวงแหวนปิด ionone ต่อกับหมู่ hydroxy กับ keto มีหน้าที่ดักจับอนุมูลอิสระ (radical scavenging) ได้ทั้งภายในเซลล์ (interior of the phospholipid membrane) และด้านนอกของ phospholipid membrane (surface) ดังรูปที่ 1 ในขณะที่สารต้านอนุมูลอิสระประเภทอื่น เช่น vitamin C จะวางตัวอยู่บริเวณ

ภายนอก phospholipid membrane ส่วน β -carotene จะอยู่ภายในชั้นไขมันของ phospholipid membrane¹ เมื่อศึกษาเปรียบเทียบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระชนิดอื่น ๆ พบว่า astaxanthin มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงกว่า vitamin C ถึง 6,000 เท่า และสูงกว่า vitamin E 100 เท่า เมื่อทดสอบด้วยวิธี singlet oxygen (1O_2) quenching และ lipid peroxidation^{2,3}

3. ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาของ astaxanthin

3.1 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและต้านอักเสบ



รูปที่ 1 สารอนุมูลอิสระกับการวางตำแหน่งในเซลล์¹

อนุมูลอิสระเป็นสารที่เกิดได้ตามปกติในร่างกายภายในร่างกายมีกระบวนการสร้างสารต้านอนุมูลอิสระหรือเอนไซม์สลายอนุมูลอิสระเพื่อปรับสมดุล เช่น superoxide dismutases (SOD), glutathione peroxidases และ glutathione เป็นต้น อนุมูลอิสระเป็นโมเลกุลที่ไม่เสถียรและไวต่อการเกิดปฏิกิริยากับโมเลกุลข้างเคียงเพื่อทำให้ตัวเองเสถียรขึ้น เกิดภาวะ oxidized ต่อเซลล์หรือเนื้อเยื่อ เรียกว่าภาวะ oxidative stress อนุมูลอิสระพบได้ทั่วร่างกายเพราะสามารถเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องในกระบวนการต่าง ๆ เช่น การเผาผลาญอาหารหรือสารต่าง ๆ กระบวนการสร้างพลังงาน การหายใจระดับเซลล์ หรือเกิดจากกระบวนการภูมิคุ้มกันต่อสู้กับสิ่งแปลกปลอมในร่างกาย หรือเกิดจากพฤติกรรมผู้บริโภค เช่น การได้รับมลพิษ การสูบบุหรี่ เป็นต้น⁷ ซึ่งการเกิดอนุมูลอิสระที่มากเกินไปจะมีผลทำลายโครงสร้างของเซลล์ไขมัน โปรตีน สารพันธุกรรม เช่น กระบวนการ phospholipid oxidation เกิดการทำลายไขมันที่เยื่อเมมเบรน ทำให้เกิดการสูญเสียสภาพความยืดหยุ่นของเซลล์ เกิดสารที่มีพิษต่อเซลล์ จนส่งผลทำให้เซลล์ตาย หรือส่งสัญญาณกระตุ้นสารอักเสบต่อมา¹ ซึ่งทั้ง 2 กระบวนการนำไปสู่การเกิดโรคและความเสื่อมของอวัยวะต่าง ๆ เช่น การเกิดภาวะหลอดเลือดแดงแข็ง โรคระบบประสาท เช่น พาร์กินสัน โรคความจำเสื่อม ผลต่อต่อมไร้ท่อ เช่น ภาวะดื้ออินซูลิน การเกิดเบาหวาน ระบบผิวหนัง

ลดความยืดหยุ่น สิวไม่สม่ำเสมอ เกิดการเสื่อมของกระดูกตา เป็นต้น

การศึกษาประสิทธิผลของการใช้ astaxanthin ในกลุ่มที่มีระดับอนุมูลอิสระสูงหรือเกิดพยาธิสภาพจากกระบวนการ oxidative stress เช่น คนสูบบุหรี่ คนอ้วน เป็นต้น การศึกษาในอาสาสมัครที่สูบบุหรี่ตั้งแต่ 20 มวนขึ้นไปที่ได้รับ astaxanthin ขนาด 5, 20, 40 mg/day ระยะเวลา 3 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับค่าพื้นฐานพบว่าทั้ง 3 ขนาดสามารถลดระดับดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ (biomarker) ที่บ่งบอกถึงภาวะอักเสบ เช่น malondialdehyde (MDA), isoprostane (ISP) และเพิ่มระดับการต้านอนุมูลอิสระโดยเพิ่ม superoxide dismutase (SOD) และ total antioxidant capacity (TAC) ดังนั้น การใช้ astaxanthin สามารถป้องกันการเกิด oxidative stress จากการสูบบุหรี่ได้⁸ สำหรับอาสาสมัครที่มีดัชนีมวลกาย (body mass index: BMI) มากกว่า 25 kg/m² เปรียบเทียบอาสาสมัคร BMI ปกติ พบว่าผู้ที่มี BMI เกินมาตรฐานมีระดับ biomarker ที่บ่งบอกถึงภาวะอักเสบ MDA, ISP สูงกว่าคนที่มี BMI ปกติ และมีระดับการต้านอนุมูลอิสระ SOD, TAC ต่ำกว่าคนที่มี BMI ปกติ ระดับ biomarker ทั้ง 2 กลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อทดสอบให้ astaxanthin 5, 20 mg/day ระยะเวลา 3 สัปดาห์ สามารถลด biomarker ที่บ่งบอกถึงภาวะอักเสบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับค่าพื้นฐาน และ astaxanthin ช่วยเพิ่มระดับการต้านอนุมูลอิสระทั้ง SOD และ TAC ได้ใกล้เคียงกับผู้ที่มี BMI ปกติเช่นกัน⁹

3.2 ฤทธิ์ต่อระบบภูมิคุ้มกัน

ระบบภูมิคุ้มกันในร่างกายจะไวต่อภาวะ oxidative stress จากการศึกษาในหลอดทดลองของ astaxanthin ต่อระบบภูมิคุ้มกันพบว่าช่วยเพิ่มจำนวนเม็ดเลือดขาว lymphocyte โดย astaxanthin จะทำการกระตุ้นภูมิคุ้มกันทั้งแบบภูมิคุ้มกันแบบพึ่งเซลล์ (cell-mediated immunity) และภูมิคุ้มกันแบบพึ่งแอนติบอดี (humoral-mediated immunity) เพิ่มการผลิต IgG และ IgM กระตุ้นเซลล์ natural killer (NK) ให้ผลิต interferon- γ (IFN- γ) ซึ่งช่วยกระตุ้นการทำงานของ macrophage, NK cell และการเปลี่ยนแปลงของ B-cell^{10,11}

3.3 ฤทธิ์ต้านมะเร็ง

จากการศึกษา Tanaka และคณะ ปี ค.ศ. 1994¹² พบสาร carotenoids บางชนิด retinol และ α -tocopherol สัมพันธ์กับการลดความเสี่ยงของมะเร็งกระเพาะอาหาร ต่อมา Chew และ Park ได้ทำการศึกษา¹³ เปรียบเทียบฤทธิ์ต้านมะเร็งระหว่าง astaxanthin, canthaxanthin และ β -carotene โดยพบว่าสารทั้ง 3 ชนิดมีฤทธิ์ต้านมะเร็ง โดย astaxanthin สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งที่บริเวณลำไส้ใหญ่ต่อมลูกหมาก เต้านม เป็นต้น ซึ่งอาจเป็นจากฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ผลจากการปรับเปลี่ยนระบบภูมิคุ้มกัน ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาทางคลินิกในมนุษย์

4. การศึกษาบทบาทการใช้ astaxanthin ในทางคลินิก

4.1 ระบบหลอดเลือดหัวใจและภาวะที่เกี่ยวข้อง

โรคหลอดเลือดหัวใจเป็นสาเหตุการเสียชีวิตที่พบมากที่สุดของโลก โดยมีโรคร่วม ได้แก่ ภาวะไขมันผิดปกติ ภาวะความทนทานต่อน้ำตาลบกพร่อง (impaired glucose tolerance: IGT) ความดันโลหิตสูง และการสะสมไขมันที่ช่องท้อง (visceral fat) หรือเรียกว่า ภาวะอ้วนลงพุง (metabolic syndrome) ซึ่งปัจจัยเสี่ยงเหล่านี้ส่งผลต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ จากภาวะดังกล่าวข้างต้นพบว่าสาเหตุเกิดจากอนุมูลอิสระ กระบวนการอักเสบ กระบวนการเมแทบอลิซึมไขมันและกลูโคส ผลของอนุมูลอิสระที่เกี่ยวข้องของระบบหลอดเลือดหัวใจ เช่น อนุมูลอิสระจะกระตุ้นตัวรับอนุมูลอิสระ (scavenger receptor) และ CD36 บนผิวเซลล์ macrophage เพิ่มการนำเอา oxidized LDL เข้าสู่ macrophage เหนี่ยวนำให้เกิดการสร้าง foam cell ซึ่งจะไปติดเข้ากับเยื่อหลอดเลือด และเกิดการสะสมเป็นแผ่นหนา (plaque) ที่ผนังหลอดเลือด นอกจากนี้ oxidized LDL ยังกระตุ้นการหลั่งสารอักเสบต่าง ๆ ได้แก่ cytokines, prostaglandins และ matrix metalloproteinases (MMPs) ซึ่งเป็นเอนไซม์ย่อยสลายโปรตีน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้าง ระดับ MMPs ที่สูงจะสัมพันธ์กับการบาดเจ็บของหลอดเลือด ผนังหลอดเลือดเปราะง่าย และทำให้เกิด plaque แตก หรือก้อนไขมันที่อุดตันผนังหลอดเลือดแดงเกิดการแตกกระจายไปตามหลอดเลือด ส่งผลให้เกิดภาวะหัวใจขาดเลือดเฉียบพลัน¹

4.1.1 ผลต่อโรคหัวใจขาดเลือด

ผลต่อโรคหลอดเลือดหัวใจจะมีการศึกษาเฉพาะในสัตว์ทดลอง โดยใช้ astaxanthin รูปแบบสังเคราะห์ DDA ในหนูที่เหนี่ยวนำให้เกิดภาวะหัวใจขาดเลือด การได้รับ DDA ทั้งในรูปแบบยาฉีดและยารับประทานสามารถลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อหัวใจตาย การเกิดหลอดเลือดอุดตัน และขนาดพื้นที่กล้ามเนื้อหัวใจตาย^{6,14} แต่ยังไม่มีการศึกษาใน astaxanthin รูปแบบธรรมชาติ

4.1.2 ผลต่อการไหลเวียนของเลือด

การศึกษาของ Miyawaki และคณะ ปี ค.ศ. 2008 ทดสอบการไหลเวียนของเลือด (rheology) ในอาสาสมัครสุขภาพดี มีค่า BMI ปกติ โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ได้รับยาหลอก และ astaxanthin 6 mg/day เก็บเลือดก่อนและหลังรับประทานเป็นระยะเวลา 10 วัน พบว่ากลุ่มที่ได้รับ astaxanthin มีระยะเวลาขนส่งเลือด (blood transit time) เร็วขึ้นจากปกติ 52.8 ± 4.9 s เป็น 47.6 ± 4.2 s ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับยาหลอกมีค่าปกติเป็น 53.6 ± 5.1 s และ 54.2 ± 6.7 s หลังจากรับประทานยาหลอก¹⁵

4.1.3 ผลต่อระดับความดันโลหิต

โรคความดันโลหิตสูงเป็นโรคที่พบได้บ่อย ในปัจจุบันพบความสัมพันธ์ของการเกิดโรคความดันโลหิตสูงกับอนุมูลอิสระและกระบวนการอักเสบ ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ส่งผลเพิ่ม NAD(P)H oxidase subunits ที่อยู่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ โดยเฉพาะ subunit ของ p22phox, p47phox และพบ p22phox เพิ่มขึ้นที่บริเวณกล้ามเนื้อหลอดเลือด มีผลเพิ่มการหลั่ง angiotensin II ทำให้เกิดหลอดเลือดหดตัว¹⁶ ในปัจจุบันยังไม่มีการศึกษาในผู้ป่วยโรคความดันโลหิตสูง

4.1.4 ผลต่อระดับไขมัน

การศึกษาทดลองในหนูที่ทำลายยีน apoE ร่วมกับให้อาหารที่มีไขมันสูง พบว่ากลุ่มที่ได้รับ astaxanthin สามารถลดระดับ total cholesterol และ triglyceride (TG) โดยยังไม่ทราบกลไกที่ชัดเจน แต่จากการตรวจพยาธิสภาพตับของหนูพบการเพิ่มของ sterol regulatory element binding protein 2 (SREBP-2) ซึ่งเป็น transcription factor ที่กระตุ้นการเมแทบอลิซึมของ cholesterol โดยกระตุ้น LDL receptor (LDLR) ให้เพิ่มจำนวนมากขึ้น ส่งผลให้ LDL เข้าสู่เซลล์ตับ ระดับไขมันในเลือดลดลง¹⁷ ส่วนระดับ TG เกี่ยวข้องกับการทำงานของ carnitine palmitoyl-transferase I (CPT1) ซึ่งเป็นเอนไซม์กระตุ้นกระบวนการ fatty acid β -oxidation ที่ตับ ลดการหลั่ง TG, VLDL จากตับมายังกระแสเลือด และเพิ่มการใช้ไขมันที่กล้ามเนื้อ¹⁸ จากข้อมูลสัตว์ทดลองนำมาสู่การทดลองทางคลินิกในมนุษย์ที่มีระดับ TG 120-200 mg/dl และไม่มีโรคประจำตัวใด ๆ ให้ astaxanthin ที่ขนาด 0, 6, 12 และ 18 mg/day พบว่าระดับ LDL ไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากเดิมเมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 การรักษา ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับขนาด 6, 12 และ 18 mg/day สามารถลดระดับ TG ได้ร้อยละ 17.7, 25.2, 23.8 ตามลำดับ ส่วน HDL พบเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.6, 15.4, 6.7 เมื่อใช้ astaxanthin ขนาด 6, 12 และ 18 mg/day ตามลำดับ ขณะเดียวกัน astaxanthin ยังช่วยเพิ่มระดับ adiponectin เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม¹⁹ การศึกษาต่อมาแบบอภิมานวิเคราะห์ (meta-analysis) รวบรวมการศึกษาแบบสุ่มมีการเปรียบเทียบระหว่างการใช้ astaxanthin กับยาหลอก พบว่าทั้ง 2 กลุ่มการศึกษาไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง LDL, HDL, TG เมื่อเทียบกับยาหลอก แต่กลุ่มที่ได้รับ astaxanthin มีแนวโน้มลดระดับ TG และเพิ่ม HDL²⁰

4.1.5 ผลต่อระดับน้ำตาล

ภาวะน้ำตาลในเลือดสูงส่งผลต่อการสร้างอนุมูลอิสระและทำลายตับอ่อน การศึกษาในหนูพบ astaxanthin ช่วยลดภาวะน้ำตาลในเลือดสูง เพิ่มความไวของการหลั่งอินซูลิน เพิ่มเมแทบอลิซึมกลูโคส โดยกระตุ้นการส่งสัญญาณผ่านทาง insulin receptor substrate - phosphoinositide-3-kinase - protein kinase (IRS-PI3K-Akt) และมีรายงานช่วยเพิ่มระดับ

adiponectin ซึ่งเพิ่มความไวต่ออินซูลิน^{19,21} ข้อมูลการใช้ astaxanthin โดยรวบรวมการศึกษาแบบอภิมานวิเคราะห์ในอาสาสมัครสุขภาพดี พบว่าการได้รับ astaxanthin มีผลทำให้ระดับน้ำตาลต่ำลงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของทั้ง 2 กลุ่ม¹⁸ การศึกษาในกลุ่มผู้ป่วยเบาหวานมีการใช้ astaxanthin ขนาด 8 mg/day ควบคู่กับการรักษาตามปกติเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม พบระดับน้ำตาล fasting blood glucose ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อประเมินที่ 8 สัปดาห์ ระดับน้ำตาลในกลุ่มที่ได้รับยาหลอกเป็น 9.4 ± 3.2 mmol/L และกลุ่มที่ได้รับ astaxanthin 8.3 ± 2.7 mmol/L²²

4.2 ระบบประสาท

สมองเป็นบริเวณที่มีการใช้กลูโคสและออกซิเจนจำนวนมาก รวมทั้งสารสื่อประสาท catecholamines ในสมองเองก็สามารถเกิดภาวะออกซิเดชันได้เช่นกัน อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นทำให้เกิดความเสื่อมของระบบประสาท เช่น โรคอัลไซเมอร์ หรือโรคพาร์กินสัน ในปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลในกลุ่มผู้ป่วยเหล่านี้ แต่จากฤทธิ์ astaxanthin จึงมีการศึกษาในอาสาสมัครสุขภาพดีช่วงอายุ 45-64 ปี ที่มีอาการหลงลืม โดยคัดออกในผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็นสมองเสื่อม หรือประเมินด้วยเครื่องมือ HDS-R score ≤ 20 points หรือ Hachinski Ischaemic Score ≥ 7 เปรียบเทียบ 3 กลุ่ม ได้แก่ ยาหลอก, astaxanthin ขนาด 6 mg และขนาด 12 mg และประเมินความจำด้วย Groton Maze Learning Test และ Cog Health battery ทุก 4 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่า astaxanthin ขนาด 12 mg/day ช่วยลดระยะเวลาการตอบสนองของ working memory จาก 655.9 ± 136.5 เป็น 609.2 ± 123.5 ms และความถูกต้องของการตอบคำถาม delayed recall ดีขึ้นจากร้อยละ 67.3 ± 11.8 เป็น 72.9 ± 7.5 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่างข้อมูลพื้นฐานกับที่ 3 เดือน²³

4.3 ระบบตา

สำหรับการใช้ astaxanthin เพื่อประเมินประสิทธิภาพการปรับสายตาให้แม่นยำ (accommodation ability) และอาการตาล้า (asthenopia) เปรียบเทียบกลุ่มที่ได้รับ astaxanthin ขนาด 6 mg/day และกลุ่มควบคุม ระยะเวลา 4 สัปดาห์ เมื่อประเมินระยะเวลาที่ใช้ในการปรับตาให้แม่นยำทั้งก่อนและหลังใช้ และประเมินระดับอาการตาล้า โดยสอบถามแต่ละหัวข้อเป็น 0-10 คะแนน ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่ได้รับ astaxanthin ทำให้การปรับตาแม่นยำขึ้นเมื่อกระตุ้นให้มีการปรับตา (positive relative accommodation) และเมื่อเกิดการคลายของการปรับตา (negative relative accommodation) สำหรับอาการตาล้าพบคะแนนที่ดีขึ้นในส่วนอาการตาพร่ามัว และอาการระคายเคือง²⁴

4.4 ระบบทางเดินอาหาร

การศึกษาทดสอบ astaxanthin ในฤทธิ์ด้านเชื้อ *Helicobacter pylori* (*H. pylori*) พบว่าสามารถลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียและลดการอักเสบในกระเพาะอาหารได้ สำหรับการศึกษานี้ในอาสาสมัครที่รักษา functional dyspepsia โดยอาจมีการติดเชื้อหรือไม่ติดเชื้อ *H. pylori* ก็ได้ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ยาหลอก, astaxanthin ขนาด 16 mg/day และขนาด 40 mg/day ประเมินด้วยคะแนน Gastrointestinal Symptom Rating Scale (GSRs) ที่ก่อนและภายหลังจากใช้ astaxanthin ที่ 8 สัปดาห์ พบว่าทั้ง 2 ขนาดมีคะแนนอาการปวดท้อง อาหารไม่ย่อย ไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับยาหลอก ในขณะที่ขนาด 40 mg/day พบว่าสามารถลดคะแนนของอาการกรดไหลย้อนจาก 2.59 ± 1.326 เป็น 1.63 ± 0.792 คะแนน แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับคะแนนก่อนและหลังรับประทาน astaxanthin เมื่อแบ่งกลุ่มผู้ป่วยตามการติดเชื้อ *H. pylori* พบว่ากลุ่มที่ติดเชื้อ *H. pylori* และได้รับ astaxanthin 40 mg/day สามารถลดอาการกรดไหลย้อนได้ ในขณะที่กลุ่มที่ไม่มีการติดเชื้อ *H. pylori* พบว่าไม่มีความแตกต่างของคะแนนระหว่างการรักษาทั้ง 3 แบบ²⁵

4.5 ระบบผิวหนัง

อนุมูลอิสระนอกจากสร้างขึ้นจากกระบวนการปกติในร่างกายแล้ว ยังสามารถเกิดจากการกระตุ้นด้วยแสง มลพิษ สารเคมี ได้เช่นกัน ดังนั้น ผิวหนังซึ่งมีหน้าที่ปกป้องร่างกายจากสิ่งแวดล้อมจึงเป็นบริเวณที่เกิดอนุมูลอิสระเป็นจำนวนมาก รวมทั้งอายุที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลทำให้ชั้นผิวหนังบางลง มีผลทำให้รับรังสียูวี (UV) เพิ่มมากขึ้น อนุมูลอิสระจะไปกระตุ้นการหลั่ง MMP1 ซึ่งเป็นเอนไซม์สลายคอลลาเจน (collagen) และอีลาสติน (elastin) ทำให้ผิวหนังความแข็งแรงและยืดหยุ่น การทำงานของเมดซีเพิ่มขึ้น เกิดผิวหมองคล้ำ ปัจจุบันมีการศึกษา astaxanthin กับการป้องกันความเสียหาย ทั้งในรูปแบบรับประทาน รูปแบบครีม หรือการใช้ร่วมกันทั้ง 2 รูปแบบ พบการศึกษาทั้งในรูปแบบรับประทาน หรือแบบครีมช่วยลดริ้วรอยได้โดย astaxanthin จะช่วยให้ collagen fiber กลับฟื้นคืนสภาพภายหลังจากกระตุ้นด้วยอนุมูลอิสระ ส่งผลทำให้ผิวหนังยืดหยุ่นดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยยับยั้งการสร้างเมลานิน และกระบวนการอักเสบที่ชั้น epidermis เช่น การศึกษาใช้ astaxanthin 2 mg ร่วมกับ tocotrienol 40 mg/day รูปแบบรับประทานเปรียบเทียบกับยาหลอก ใช้เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ได้รับ astaxanthin จะมีระดับความชุ่มชื้นที่ผิวเพิ่มขึ้น สามารถลดริ้วรอยตื้น (fine wrinkle) ในขณะที่กลุ่มที่ได้รับยาหลอกมักจะมีสภาพผิวที่แห้งหรือแตก ๆ เดิม²⁶ การศึกษาอื่น ๆ ทดลองการใช้ astaxanthin 4 mg/day เพียงอย่างเดียวเปรียบเทียบกับยาหลอก ในสัปดาห์ที่ 6 พบริ้วรอยตื้นลดลง

และความยืดหยุ่นของสภาพผิวดีขึ้น ซึ่งประเมินผลจากแพทย์ผิวหนังและเครื่องมือทดสอบ²⁷

4.6 ระบบกล้ามเนื้อ

การศึกษาความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (muscle strength) ในกลุ่มอาสาสมัครสุขภาพดี โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับ astaxanthin 4 mg/day เปรียบเทียบกับยาหลอก ประเมินโดยนับจำนวนครั้งของการยกน้ำหนัก 42.5 kg พบว่ากลุ่มที่ได้รับ astaxanthin สามารถเพิ่มจำนวนครั้งจากเดิมเฉลี่ย 27.05 ครั้ง ค่าเฉลี่ยก่อนและหลังใช้ astaxanthin เป็น 49.32 ครั้ง และ 76.37 ครั้ง สำหรับกลุ่มที่ได้รับยาหลอกเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 9.0 ครั้ง ค่าเฉลี่ยก่อนและหลังใช้ astaxanthin เป็น 46.06 ครั้ง กับ 55.06 ครั้ง ประเมินที่ 6 เดือน²⁸ การศึกษาในกลุ่มนักวิ่งแข่งระยะ 1,200 เมตร พบระดับ lactate ลดลงอย่างรวดเร็วที่ 2 นาที และแนวโน้ม creatine kinase ลดลงที่ระยะเวลา 4 สัปดาห์ โดยคาดว่า astaxanthin จะช่วยเสริมกระบวนการเมแทบอลิซึมของกล้ามเนื้อ และอาจเพิ่มการแพร่ของ lactic acid ในกล้ามเนื้อ จึงช่วยลดภาวะกล้ามเนื้อล้าหรืออาจผ่านกระบวนการอื่น เช่น ลดการสร้าง lactic acid เพิ่มกระบวนการเมแทบอลิซึมของไขมันแทนน้ำตาลในระหว่างการออกกำลังกาย²⁹

4.7 ระบบสืบพันธุ์

อสุจิที่ผลิตอนุมูลอิสระมากเกินไปพบในชายที่มีบุตรยาก และสัมพันธ์กับการตายของอสุจิ สำหรับการศึกษาในมนุษย์จำนวน 30 คน ได้รับยาหลอก 19 คน และ astaxanthin 11 คน พบว่ากลุ่มที่ได้รับ astaxanthin มีปริมาณอนุมูลอิสระน้อยลง มีค่า sperm linear viscosity เพิ่มขึ้น และพบอัตราการตั้งครรรภ์ต่อเดือนเป็นร้อยละ 23.1 และอัตราการตั้งครรรภ์รวมร้อยละ 54.5 สูงกว่ากลุ่มที่ได้รับยาหลอก พบอัตราการตั้งครรรภ์ต่อเดือนร้อยละ 3.6 และอัตราการตั้งครรรภ์รวมร้อยละ 10.5 ตามลำดับ ซึ่งผลลัพธ์มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ถึงอย่างไรก็ตามควรเพิ่มขนาดตัวอย่างที่ใช้ศึกษาเพื่อยืนยันผลอีกครั้ง³⁰

5. ความปลอดภัยจากการใช้ astaxanthin

สำหรับการใช้ astaxanthin มีการรับรองผ่านองค์การอาหารและยาจากประเทศสหรัฐอเมริกาในการใช้ astaxanthin สำหรับเลี้ยงสัตว์น้ำได้ และในปี ค.ศ. 1999 ได้รับการรับรองให้ใช้เพื่อผลิตสัตว์เสริมอาหาร นอกจากนี้ยังได้รับการยืนยันถึงความปลอดภัยจากการศึกษาพิษวิทยา ซึ่งในปี ค.ศ. 2010 ได้รับการรับรองให้เป็นสารที่มีความปลอดภัยสูง (generally recognized as safe: GRAS) จากองค์การอาหารและยาของประเทศญี่ปุ่น และองค์การ European Food Safety Authority (EFSA) แนะนำขนาด

การใช้ astaxanthin 4 mg/day³¹ ขนาดที่ใช้โดยทั่วไป 6-12 mg/day³² สำหรับการศึกษาในมนุษย์มีการทดสอบขนาด astaxanthin ตั้งแต่ 4-18 mg/day รับประทานต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ โดยการศึกษาที่ใช้ astaxanthin 18 mg/day¹⁹ ไม่มีการเก็บข้อมูลอาการข้างเคียงจากการใช้ แต่มีการศึกษาที่ใช้ astaxanthin 12 mg/day ระยะเวลา 3 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับยาหลอกพบว่าไม่มีความแตกต่างของค่าทางห้องปฏิบัติการ ได้แก่ การตรวจระบบเลือด ค่าไขมัน ค่าการทำงานของตับ ค่าเกลือแร่ ค่าน้ำตาล การตรวจปัสสาวะ²³ การรับประทาน astaxanthin ขนาดสูงอาจทำให้ผิวและอุจจาระเป็นสีส้มได้ สำหรับผู้ป่วยที่มีประวัติแพ้อาหารทะเลควรหลีกเลี่ยงการใช้ผลิตภัณฑ์ รวมทั้งไม่ควรใช้ในหญิงตั้งครรภ์และให้นมบุตร

6. unasru

ปัจจุบัน astaxanthin ได้รับการรับรองเป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ผลิตภัณฑ์ส่วนมากได้จากสารสกัดธรรมชาติ *H. pluvialis* ซึ่งมีคุณสมบัติละลายไขมันได้ดี ทำให้ดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ยาก ดังนั้น ควรรับประทานภายหลังอาหาร สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบอื่น ๆ เช่น phospholipid (phosphatidylcholine) ก็ช่วยเพิ่มการดูดซึมได้เช่นกัน โดย EFSA แนะนำขนาดการใช้ astaxanthin 4 mg/day³¹ ขนาดที่มีการใช้โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 6-12 mg/day³² ซึ่งจากการศึกษาใช้ขนาด 12 mg/day ระยะเวลา 3 เดือนไม่พบความแตกต่างของค่าทางห้องปฏิบัติการเมื่อเทียบกับยาหลอก²¹ ข้อมูลการศึกษา astaxanthin พบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งเมื่อทดสอบในสัตว์ทดลองก็พบประโยชน์จากการใช้เช่นกัน แต่สำหรับการศึกษาในมนุษย์เป็นการทำการทดลองในอาสาสมัครสุขภาพดี ผลการวิจัยที่พบประโยชน์ เช่น ด้านรีเวิร์รอยตี้น ช่วยออกกำลังกายได้ทนขึ้น มองปรับความชัดของสายตาดูดีขึ้น ช่วยลดอาการล้าของสายตา เป็นต้น แต่ความสามารถในการลดระดับน้ำตาล ระดับความดันโลหิต ระดับไขมัน ยังไม่มีความแตกต่างจากยาหลอก และเนื่องจาก astaxanthin เป็นผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร ดังนั้น ผู้รับประทานยังจำเป็นที่จะติดตามการตรวจสุขภาพอย่างสม่ำเสมอ สำหรับกลุ่มผู้ป่วยที่มีภาวะโรคต่าง ๆ ยังไม่มีข้อมูลรับรองถึงความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการใช้

เอกสารอ้างอิง

- Kishimoto Y, Yoshida H, Kondo K. Potential anti-atherosclerotic properties of astaxanthin. *Mar Drugs* 2016;14:1-13.
- Nishida Y, Yamashita E, Miki W. Quenching activities of common hydrophilic and lipophilic antioxidants against singlet oxygen using chemiluminescence detection system. *Carotenoid Science* 2007;11:16-20.
- Capelli B, Bagchi D, Cysewski G. Synthetic astaxanthin is significantly inferior to algal-based astaxanthin as an antioxidant and may not be suitable as a human nutraceutical supplement. *Nutrafoods* 2013;12:145-52.
- Mercke Odeberg J, Lignell A, Pettersson A, et al. Oral bioavailability of the antioxidant astaxanthin in humans is enhanced by incorporation of lipid based formulations. *Eur J Pharm Sci* 2003;19(4):299-304.
- Shanmugam S, Park JH, Kim KS, et al. Enhanced bioavailability and retinal accumulation of lutein from self-emulsifying phospholipid suspension (SEPS). *Int J Pharm* 2011;30:99-105.
- Lauver DA, Lockwood SF, Lucchesi BR. Disodium Disuccinate Astaxanthin (Cardax) attenuates complement activation and reduces myocardial injury following ischemia/reperfusion. *J Pharmacol Exp Ther* 2005;314:686-92.
- Spector A. Review: Oxidative stress and disease. *J Ocul Pharmacol Therapeutics* 2000;16:193-201.
- Kim JH, Chang MJ, Choi HD, et al. Protective effects of *Haematococcus* astaxanthin on oxidative stress in healthy smokers. *J Med Food* 2011;14:1469-75.
- Choi HD, Kim JH, Chang MJ, Kyu-Youn Y, et al. Effects of astaxanthin on oxidative stress in overweight and obese adults. *Phytother Res* 2011;25:1813-8.
- Jyonouchi H, Sun S, Tomita Y, et al. Astaxanthin, a carotenoid without vitamin A activity, augments antibody responses in cultures including T-helper cell clones and suboptimal doses of antigen. *J Nutr* 1995;125:2483-92.
- Jyonouchi H, Zhang L, Tomita Y. Studies of immunomodulating actions of carotenoids. II. Astaxanthin enhances in vitro antibody production to T-dependent antigens without facilitating polyclonal B-cell activation. *Nutr Cancer* 1993;19:269-80.
- Tanaka T, Morishita Y, Suzui M, et al. Chemoprevention of mouse urinary bladder carcinogenesis by the naturally occurring carotenoid astaxanthin. *Carcinogenesis* 1994;15:15-9.
- Chew BP, Park JS, Wong MW, et al. A comparison of the anticancer activities of dietary beta-carotene, canthaxanthin and astaxanthin in mice in vivo. *Anticancer Res* 1999;19:1849-53.
- Gross GJ, Lockwood SF. Cardioprotection and myocardial salvage by a disodium disuccinate astaxanthin derivative (Cardax). *Life Sci* 2004;75:215-24.
- Miyawaki H, Takahashi J, Tsukahara H, et al. Effects of astaxanthin on human blood rheology. *J Clin Biochem Nutr* 2008;43:69-74.
- Kumar R, Kohli S, Ali Z, et al. CYBA (p22phox) variants associate with blood pressure and oxidative stress markers in hypertension: a replication study in populations of diverse altitudes. *Hypertens Res* 2015;38:498-506.
- Lee JY, SEO JM, Nguyen A, et al. Hypolipidemic and anti-oxidant properties of astaxanthin-rich extract from *Haematococcus pluvialis* in apolipoprotein E knockout mice [Abstract]. 2011 [cited 16 June 2018]. Available from https://www.fasebj.org/doi/abs/10.1096/fasebj.25.1_supplement.224.3.
- Aoi W, Naito Y, Takanami Y, Ishii T, Kawai Y, Akagiri S, et al. Astaxanthin improves muscle lipid metabolism in exercise via inhibitory effect of oxidative CPT I modification. *Biochem Biophys Res Commun* 2008;366:892-97.
- Yoshida H, Yanai H, Ito K, et al. Administration of natural astaxanthin increases serum HDL-cholesterol and adiponectin in subjects with mild hyperlipidemia. *Atherosclerosis* 2010;209:520-3.
- Ursoniu S, Sahebkar A, Serban MC, et al. Lipid profile and glucose changes after supplementation with astaxanthin: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Arch Medical Sci* 2015;11:253-66.
- Bhuvanewari S, Anuradha CV. Astaxanthin prevents loss of insulin signaling and improves glucose metabolism in liver of insulin resistant mice. *Can J Physiol Pharmacol* 2012;90:1544-52.
- Mashhadi NS, Zakerkish M, Mohammadiasi J, et al. Astaxanthin improves glucose metabolism and reduces blood pressure in patients with type 2 diabetes mellitus. *Asia Pac J Clin Nutr* 2018;27:341-6.
- Katagiri M, Satoh A, Tsuji S, et al. Effects of astaxanthin-rich *Haematococcus pluvialis* extract on cognitive function: a randomised, double-blind, placebo-controlled study. *J Clin Biochem Nutr* 2012;51:102-7.
- Kenji S, Kazuhiro O, Takuya N, et al. Effect of astaxanthin on accommodation and asthenopia-efficacy Identification Study in Healthy Volunteers [Abstract]. *J Clin Med Ther* 2005;21:637-50.
- Kupcinskas L, Lafolie P, Lignell A, et al. Efficacy of the natural antioxidant astaxanthin in the treatment of functional dyspepsia in patients with or without *Helicobacter pylori* infection: A prospective, randomized, double blind, and placebo-controlled study. *Phytomedicine* 2008;15:391-399.
- E. Yamashita. Cosmetic benefit of dietary supplements containing astaxanthin and tocotrienol on human skin. *FOOD Style*. 2002;21(6):112-7.
- E. Yamashita. The Effects of a dietary supplement containing astaxanthin on skin condition. *Carotenoid Science* 2006;10:91-5.
- Malmsten. Dietary supplement with astaxanthin-rich algal meal improves strength endurance – A double blind placebo controlled study on male students. *Carotenoid Science* 13: 20-22.
- Sawaki K, Yoshigi H, Aoki K, et al. Sports performance benefits from taking natural astaxanthin characterized by visual activity and muscle fatigue improvements in humans. *J Clin Ther Med* 2002;18:73-88.
- Comhaire FH, El Garem Y, Mahmoud A, et al. Combined conventional/ antioxidant "Astaxanthin" treatment for male infertility: a double blind, randomized trial. *Asian J Androl* 2005;7:257-62.
- European Food Safety Authority (EFSA). Scientific opinion on the safety of astaxanthin-rich ingredients (AstaREAL A1010 and AstaREAL L10) as novel food ingredients. *EFSA* 2014;12:3757.
- Parris M. Kidd. Astaxanthin, cell membrane nutrient with diverse clinical benefits and anti-aging potential. *Altern Med Rev* 2011;16:355-64.

Quiz

CPEPLUS

1. สาร astaxanthin มักพบในอาหารชนิดใด

- เนื้อหมู
- มะเขือเทศ
- ปลาแซลมอน
- หอยเชลล์

2. ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร astaxanthin ที่อยู่ในท้องตลาด ส่วนมากสกัดได้จากที่ใด

- ยีสต์

- ปลาแซลมอน
- สาหร่ายสีแดง
- กุ้ง

3. ข้อความใดต่อไปนี้เป็นข้อเท็จจริงเกี่ยวกับการผลิต astaxanthin

- ผลิตภัณฑ์ astaxanthin มีทั้งผลิตจากธรรมชาติและแบบสังเคราะห์
- Astaxanthin ที่ผลิตจากธรรมชาติสามารถละลายน้ำได้ดี
- รูปแบบ DDA เป็นรูปแบบที่ได้จากการผลิตจากธรรมชาติ
- การใช้ astaxanthin จากธรรมชาติสามารถผลิตได้ทั้งยาฉีดและยาเม็ด

4. สาร astaxanthin มีฤทธิ์ใดเป็นฤทธิ์หลัก

- A. ต้านอนุมูลอิสระ
- B. ต้านการอักเสบ
- C. ต้านมะเร็ง
- D. ปรับระบบภูมิคุ้มกัน

5. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ

- A. Vitamin C จะช่วยต้านอนุมูลอิสระภายใน phospholipid membrane
- B. Astaxanthin จะช่วยต้านอนุมูลอิสระภายใน phospholipid membrane
- C. β -carotene ต้านสารอนุมูลอิสระที่อยู่ภายนอกเซลล์
- D. ถูกทุกข้อ

6. ข้อความใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- A. ควรรับประทาน astaxanthin ก่อนอาหารเพื่อเพิ่มระดับยา
- B. สามารถใช้ในผู้ที่มีประวัติแพ้อาหารทะเลได้อย่างปลอดภัย
- C. อาการข้างเคียงพบอุจจาระเป็นสีส้ม
- D. สามารถใช้ได้ในทุกวัยตั้งครรภ์

7. EFSA แนะนำการใช้ astaxanthin ขนาดกี่ mg/day

- A. 2
- B. 4
- C. 6
- D. 8

8. ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

- A. Astaxanthin มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระน้อยกว่า vitamin C
- B. สารสกัด astaxanthin จากธรรมชาติช่วยลดการเกิดภาวะหัวใจขาดเลือด
- C. Astaxanthin สามารถลดระดับ superoxide dismutases
- D. Astaxanthin ช่วยเพิ่มระดับ adiponectin เพิ่มความไวต่ออินซูลิน

9. จากข้อมูลทางคลินิกของมนุษย์ การใช้ astaxanthin ข้อใดมีหลักฐานสนับสนุนว่ามีประโยชน์

- A. ลดระดับความดันโลหิต
- B. ช่วยลดระดับน้ำตาล
- C. ลดอาการตาฝ้า
- D. ช่วยเพิ่มความจำในสมองเสื่อม

10. ข้อมูลงานวิจัยทางคลินิก การใช้ astaxanthin มีแนวโน้มลดไขมันชนิดใดบ้าง

- A. LDL
- B. TG
- C. HDL
- D. ถูกทุกข้อ

11. จากการศึกษาในมนุษย์ ระบบใดต่อไปนี้ไม่พบความแตกต่างจากการใช้ astaxanthin กับยาหลอก

- A. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ
- B. ร็วรอยตีนของผิวหนัง
- C. การมีบุตรยาก
- D. การลดระดับน้ำตาล

12. Astaxanthin สามารถช่วยลดริ้วรอยของผิวหนังได้อย่างไร

- A. ยับยั้งการทำงานของ MMP-2
- B. เพิ่มการสร้างเมลาโทนิน
- C. ช่วยปรับสภาพ collagen fiber
- D. เร่งการเจริญเติบโตของ adipocyte

13. Astaxanthin มีกลไกใดที่ช่วยทำให้กล้ามเนื้อมีความทนมากขึ้น

- A. ลดการสร้าง lactic acid
- B. เพิ่มออกซิเจนในกล้ามเนื้อ
- C. เป็นสารให้พลังงานสูง
- D. เพิ่มปริมาณเม็ดเลือดแดง

14. Astaxanthin ช่วยลดระดับไขมัน TG ผ่านกระบวนการใด

- A. เพิ่ม LDL receptor
- B. เพิ่มการทำงานของ CPT1
- C. เพิ่ม adiponectin
- D. เพิ่ม IRS-PI3K-Akt

15. การใช้ astaxanthin มีประโยชน์ช่วยบรรเทาอาการใดในกลุ่มผู้ป่วย functional dyspepsia

- A. อาการปวดท้อง
- B. อาหารไม่ย่อย
- C. กรดไหลย้อน
- D. ถูกทุกข้อ

CPE PLUS

CONTINUING PHARMACEUTICAL EDUCATION

ภก. ภญ.

เลขที่ใบประกอบวิชาชีพ

ชื่อ.....นามสกุล.....อายุ.....ปี

ร.พ.รัฐบาล ร.พ.เอกชน ร้านขายยา อื่นๆ.....เลขที่สมาชิก.....

ที่อยู่เลขที่.....หมู่.....ซอย.....ถนน.....

อาคาร.....ชั้นที่.....แขวง/ตำบล.....

เขตอำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....

โทรศัพท์.....มือถือ.....E-mail.....

ให้ขีดเครื่องหมาย ✓ หรือ X หน้าข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

| | A | B | C | D |
|----|---|---|---|---|
| 1 | A | B | C | D |
| 2 | A | B | C | D |
| 3 | A | B | C | D |
| 4 | A | B | C | D |
| 5 | A | B | C | D |
| 6 | A | B | C | D |
| 7 | A | B | C | D |
| 8 | A | B | C | D |
| 9 | A | B | C | D |
| 10 | A | B | C | D |

| | A | B | C | D |
|----|---|---|---|---|
| 11 | A | B | C | D |
| 12 | A | B | C | D |
| 13 | A | B | C | D |
| 14 | A | B | C | D |
| 15 | A | B | C | D |

เรื่อง บทบาทและการออกฤทธิ์ของ

astaxanthin ในทางคลินิก

1.5 หน่วยกิตการศึกษาต่อเนื่อง

รหัส 0001-1-000-008-06-2561

โปรด!! ส่งกระดาษคำตอบของท่านมาที่

บริษัท วงการแพทย์ พลัส มีเดีย จำกัด

71/16 ถ.บรมราชชนนี แขวงอรุณอมรินทร์ เขตบางกอกน้อย กทม. 10700

โทร. 0-2435-8111, 0-2435-8444

E-mail: answer.cpe@gmail.com

หรือแฟกซ์: 0-2423-2286

ข้อเสนอแนะในการจัดทำ CPE PLUS

หมายเหตุ

1. ขอสงวนสิทธิ์ในการตรวจนับและให้คะแนน CPE PLUS เฉพาะกระดาษคำตอบของผู้เป็นสมาชิกเท่านั้น
2. บทความนี้มีอายุ 1 ปี นับจากฉบับที่ลงตีพิมพ์
3. ผู้ที่เคยร่วมตอบคำถามกับแบบทดสอบนี้แล้ว ไม่ต้องส่งซ้ำ
4. สามารถตรวจสอบคะแนนหลังจากได้รับกระดาษคำตอบ 60 วัน