

УДК: 616.08-616.1-616.2-616.5-616.73

## РОЛЬ КАРОТИНОЇДІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕНІ ЗДОРОВ'Я ОРГАНА ЗОРУ (Огляд літератури)

- <sup>1</sup> Т. П. Гарник, д. мед. н., проф., зав. каф. фітотер., гомеопат. і біоенергоінформ. мед.
- <sup>1</sup> С. В. Анохіна, к. мед. н., лік. вищої категорії
- <sup>1</sup> ПВНЗ «Київський медичний університет УАНМ»

Про роль вітаміну А і каротиноїдів для здоров'я шкіри, слизових оболонок, волосся, нігтів відомо з давніх давен. Вітамін А виділили з вершкового масла і сирієї печінки тріски американські біохіміки Елмер Макколлум і Маргарет Девіс у 1917 році, і він був названий жиророзчинним вітаміном. У 1947 році отримали синтетичний вітамін А. Перші дослідження з вивчення вітаміну А виявили його важливу роль для функцій зору. Його назва ретинол походить від назви сітківки – ретина. За дослідження функції зорових пігментів і ролі вітаміну А Джордж Уолд отримав у 1967 році Нобелівську премію. Але як і у випадку з іншими вітамінами, його роль в організмі виявилася набагато ширшою [2].

Вітамін А відноситься до факторів росту і диференціації клітин, тому він важливий для життєдіяльності всіх клітин організму, особливо для такого великого за площею органа, який контактує безпосередньо з зовнішнім середовищем, як шкіра. Як і всі жиророзчинні вітаміни вітамін А повноцінно засвоюється тільки при наявності в раціоні достатньої кількості жирів. Вітамін А відкладається про запас у печінці і в жирових тканинах у вигляді ефірів і звільняється в кров'яне русло в міру необхідності [1, 3].

Людський організм отримує вітамін А в різних формах. У джерелах тваринного походження вітамін А знаходиться в активних формах (ретинол і ретиналь). У рослинній їжі вітамін А знаходиться в формі провітамінів (каротиноїдів), які в людському організмі перетворюються в активний вітамін. Найвідоміший провітамін А – бета-каротин. Вперше каротиноїди виділили з стручків перцю, пізніше – з жовтої ріпки і моркви *Daucus carota*. Каротиноїди у природі зустрічаються у вільному стані і у вигляді глікозидів, каротинпротеїнів чи ефірів. У рослинах каротиноїди беруть участь у фотосинтезі, транспорті кисню через клітинні мембрани, захищають зелені рослини від дії світла; у тварин стимулюють діяльність статевих залоз, у людини підвищують імунний статус, захищають від фотодерматозів, відіграють істотну роль у механізмі зору. Нині переконливо доведено, що каротиноїди мають ще інші важливі властивості, не пов'язані з А-вітамінною активністю. Вони діють як антиоксиданти, на молекулярному і клітинному рівні запобігають трансформаціям, індукованим окислювачам, генотоксичними речовинами, рентгеновським і УФ-опроміненням. Підтримують ста-

більність геному і резистентність організму до мутагенезу і канцерогенезу [2, 5].

Відомо близько 600 різних каротиноїдів, з них тільки 10 % мають про-А-вітамінну активність. Найпоширенішим у природі є бета-каротин, який в організмі дорослої людини складає 100-200 мг: 80 % бета-каротину депонується в жировій тканині, 10 % – у печінці, близько 1 % міститься у плазмі і 9 % – в інших органах і тканинах. Епідеміологічні і експериментальні дослідження довели, що низький рівень каротиноїдів у плазмі підвищує ризик виникнення раку, катаракти, серцево-судинних і деяких дегенеративних захворювань.

Засвоєння каротиноїдів відбувається шляхом емульгування в шлунково-кишковому тракті, всмоктування у тонкому кишечнику, часткової біоконверсії бета-каротинів у ретинол, транспорту через лімфатичну систему і ворітню вену в печінку, а потім у кров, і розподілу в органах і тканинах.

Біодоступність каротиноїдів з соків, овочів, особливо сирих, невисока. Так, біодоступність бета-каротиноїдів з моркви становить 10-20 %, з брукви – 0,1 % від чистого бета-каротину. Вивільнення каротиноїдів підвищується при подрібненні, короткій термічній обробці. Каротиноїди, як ліпофільні речовини, погано усмоктуються без емульгування, яке відбувається у тонкому кишечнику у присутності жовчних кислот, тому жири підвищують біодоступність бета-каротину. Окрім бета-каротину, в плазмі крові людей та тканинах виявлено інші каротиноїди: альфа-каротин, лікопін, зеаксантин, криптоксантин, лютеїн і кілька неідентифікованих каротиноїдів [1, 3].

Згідно рекомендаціям раціонального харчування 6 мкг бета-каротину еквівалентні 1 мкг вітаміну А. Середнє споживання у різних країнах 1,8-5,0 мг/добу. Верхній припустимий рівень споживання не встановлено. Фізіологічна потреба для дорослих – 5 мг/добу. Лікопін слід вживати 5 мг на добу, верхній припустимий рівень споживання – 10 мг на добу. Рекомендований рівень споживання лютеїну – 5 мг на добу. Верхній припустимий рівень споживання – 10 мг на добу. Завдяки контрольованому перетворенню бета-каротину у вітамін А, надмірне споживання бета-каротину не призводить до розвитку гіпервітамінозу А. Надмірний прийом каротиноїдів при різних захворюваннях (гіперліпідемія,

цукровий діабет, нефротичний синдром або гіпертиреоз) може викликати гіперкаротедермію, яка проявляється в жовтуватому відтінку шкіри, в основному, долонь і підшов стоп. При зменшенні або припиненні прийому каротиноїдів жовтий колір зникає [4, 8].

Бета-каротин (провітамін А) важливий для збереження гарного зору. Вітамін А найбільш відомий як мікронутрієнт, есенціальний для підтримки функції зору. Ретиналь безпосередньо входить до складу родопсину – білків-сенсорів світлового потоку. Різні форми родопсину зустрічаються як у колбах, які забезпечують колірний зір, так і паличках, відповідальних за високочутливий чорно-білий зір, у тому числі сутінковий. Окрім цього, вітамін А також сприяє зволоженню очей [5].

При недостатності вітаміну А настає розлад зорової адаптації у темряві або сутінкового зору («куряча сліпота»). Нічна сліпота або нездатність бачити ясно при темному освітленні – основний симптом нестачі вітаміну А. Ознаками дефіциту вітаміну А є свербіж або печіння в очах, легке почервоніння. Одним з дуже ранніх маркерів маргінального рівня вітаміну А є скупчення білого слизу у внутрішніх куточках очей. Дефіцит у харчуванні вітаміну А може бути причиною розвитку ксерофтальмії, розм'якшенню і утворенню виразки, аж до розриву рогівки. Бета-каротин призначається при кератитах, ксерозі, кератомалачії, опіках очей, блефаритах, рецидивних ячменях, дегенерації сітківки, атрофії зорового нерва, захворюваннях рогівки [8].

Сітківка – це єдина частина нервової системи, яка доступна світлу, і надлишок світла здатний призвести до її пошкодження. Світло, як носій зорової інформації, одночасно виступає як фактор ушкодження для фоторецепторних клітин і пігментного епітелію. З 25 каротиноїдів, що надходять з їжею, і дев'яти метаболітів, які регулярно визначаються в людській сироватці, переважно (3R, 3'R, 6'R)-лютеїн, (3R, 3'R)-зеаксантин, лікопін та їх метаболіти були знайдені в очній тканині [7].

Патогенетичним механізмом пошкодження органу зору є підвищення процесів окиснення під впливом несприятливих чинників навколишнього середовища і руйнівного впливу синього світла, що призводить до виснаження антиоксидатного захисту. До недавнього часу основними вітамінами для органу зору вважалися вітамін А і бета-каротин. Існувала думка, що всі вітаміни і мінерали-антиоксиданти – А, Е, С, селен та ін. – діють на всі тканини організму однаково. В даний час є дані, що, крім загальних впливів, потреби в окремих антиоксидантах у різних тканин різні [9].

У людському оці з усіх каротиноїдів у найбільшій кількості присутні лютеїн і зеаксантин. Лютеїн і зеаксантин є головними пігментами жовтої плями, розташованої у центрі сітківки очей і відповідальної за високу гостроту зору. Лютеїн і зеаксантин виконують дуже важливу функцію: вони не дозволяють клітинам ока старіти і руйнуватися. Вони вибірково поглинають агресивну частину спектра світлових променів (захисна екрануюча функція) і ней-

тралізують їх згубний вплив (антиоксидантна функція). Найбільш висока їх концентрація визначається у сітківці, особливо у макулі, судинній та райдужній оболонках ока, кришталику, циліарному тілі. Зеаксантин може утворюватися безпосередньо у сітківці з лютеїну. У макулі сконцентровано до 70 % лютеїну і зеаксантину від їх загальної вмісту в оці [11].

Присутність лютеїну і зеаксантину у кришталику і сітківці забезпечують їх захист від кисневих радикалів, продуктів перекисного окиснення ліпідів і білків. Фотоокиснення призводить до запуску перекисного окиснення ліпідів, продукти якого є високотоксичними для сітківки. Найбільш руйнівний і агресивний ефект справляє блакитна частина спектра денного світла, що викликає ушкодження сітківки і пігментного епітелію [11, 12].

Ультрафіолетові промені особливо небезпечні при захворюваннях сітківки. Природним захистом сітківки від фотохімічного пошкодження є кришталік і жовта пляма сітківки, що поглинають до 80 % синього світла коротше 460 нм. Лютеїн і зеаксантин, що входять до складу і сітківки, і кришталика, екранують синє світло від центральної зони сітківки, де світловий потік максимально сфокусований. Крім того, вони здатні сорбувати блакитне світло і пригнічувати утворення вільних кисневих радикалів, запобігати світловому руйнуванню поліненасичених жирних кислот в сітківці. Лютеїн і зеаксантин є антиоксидантами першого порядку, що захищають сітківку й кришталік від дії вільних радикалів [11, 12].

Існує безліч доказів того, що кожен антиоксидант по-різному сприймається різними органами людського тіла. Результати досліджень показали, що лютеїн і зеаксантин найкраще акумулюються у тих частинах тіла, які найбільш схильні до загрози шкідливого впливу вільних радикалів. У зв'язку з цим лютеїну і зеаксантину надається велике значення у профілактиці захворювань очей, серця, молочної залози, у зміцненні імунної системи і зниженні ризику виникнення раку. Оксікаротиноїди, якими є лютеїн і зеаксантин, мають більш високі і ефективні антиоксидантні реакції у порівнянні з іншими каротиноїдами. Так, зеаксантин першим вступає в реакцію з найбільш сильним окислювачем, яким є пероксинітрит, і швидко його інактивує. У клітинних мембранах зеаксантин виявляє більш пролонговану антиоксидантну дію, ніж інші каротиноїди [13].

Максимальне світлове навантаження припадає на макулу, в якій локалізується найбільша кількість лютеїну і зеаксантину. Вміст макулярних пігментів в оці визначає схильність до різних очних захворювань і можливості очей чинити опір несприятливим факторам, тривалим зоровим навантаженням, комп'ютерному випромінюванню. У багатьох дослідженнях доведено роль лютеїну і зеаксантину у профілактиці і розвитку катаракти, макулярної дистрофії і діабетичної ангіопатії. Результати досліджень показали, що вживання лютеїну і зеаксантину з їжею знижує ризик розвитку катаракти та вікової макулярної дегенерації від 30 до 50 %.

Чим старша людина, тим більш небезпечним є дія вільних радикалів, тому що у міру природного старіння знижується активність власної захисної антиоксидантної системи організму. Макулярна дегенерація сітківки розвивається у віці старше 45-50 років, проте в даний час відзначається омолодження цього захворювання. Під час розвитку макулярної дегенерації з'являється підвищена чутливість до світла, погіршується зір, знижується його гострота, поступово виникає випадання полів зору, і, в підсумку, в центрі поля зору з'являється каламутна пляма (відносна або абсолютна скотома) [15].

Причини, що ведуть до розвитку макулярної дегенерації, досить різні. Останнім часом у світовому науковому середовищі все частіше обговорюється питання про роль негативного впливу фотохімічної реакції, що виникає під дією світла і кисню, яка призводить до утворення високоактивних вільних радикалів, які здатні пошкоджувати світлочутливі клітини сітківки ока. Вікова макулярна дистрофія відноситься до числа захворювань ока, які є основною причиною погіршення зору і сліпоти у осіб похилого та старечого віку. У хворих з даною патологією рівні лютеїну і зеаксантину в області жовтої плями на 40 % нижчі, ніж у здорових людей. Клінічні дослідження довели, що споживання 6 мг лютеїну в день знижує ризик розвитку дегенерації макули на 43 % [16].

Лютеїн і зеаксантин виступають не тільки в якості факторів антиоксидантного захисту очей, вони також є світлофільтром, що екранує пігментний епітелій, який знаходиться нижче, від шкідливої дії світла. У той же час оксикаротиноїди прозорі для центральних колб сітківки і не перешкоджають процесам сприйняття світла. При тривалій нестачі лютеїну настає незворотне погіршення зору. Особливо актуальним це стало зараз, коли через зтоншення озонового шару зростає кількість ультрафіолетових променів, і коли в наше життя активно увійшли комп'ютери. Таким чином, приймаючи додатково препарати з лютеїном, ми підсилюємо власну, закладену від природи, функцію захисту зору. 97 % каротиноїдів, що циркулюють в організмі людини, знаходяться в оці, а саме – в сітківці, і переважно в області макули, з віком їх вміст зменшується. Не менш важливим є зниження з віком біодоступності

каротиноїдів. Після 45 років відсоток попадання їх до сітківки ока занадто малий. Вікова макулярна дистрофія – це захворювання, що вимагає довічного спостереження і досить важко піддається лікуванню. Прийом лютеїну і зеаксантину допоможе запобігти прогресуванню захворювання [18].

На даний час безперервно зростає кількість хворих на цукровий діабет, при якому в найбільшій мірі страждає мікроциркуляторне русло. Одним з найбільш важких ускладнень цукрового діабету є розвиток діабетичної ретинопатії. Її вважають основною причиною втрати зору у багатьох країнах світу. При діабетичній ретинопатії спостерігається різке падіння щільності макулярних пігментів, приблизно в 2,5 рази у порівнянні з нормою, що, найімовірніше, пов'язано з порушенням транспорту каротиноїдів з потоком крові. Лютеїн і зеаксантин у даний час широко рекомендують як для профілактики, так і для лікування пацієнтів з діабетичною ретинопатією.

Крім лютеїну і зеаксантину, для здоров'я органу зору важливим є лікопен. Лікопен у значних кількостях міститься в окремих частинах ока, наприклад, у циліарному тілі. Циліарне тіло перетворює сироватку крові у внутрішньоочну рідину, що омиває кришталик. До нього прикріплюються спеціальні зв'язки, які утримують кришталик і забезпечують його правильне розташування в оці [19].

Лікопен захищає циліарне тіло від окиснення під дією ферментів, що знаходяться у складі внутрішньоочної рідини. Таким чином, лікопен знижує розвиток двох проблем – глаукоми і пресбіопії (вікового зниження зору). Лікопен захищає сітківку від індукованих світлом пошкоджень і вікової дегенерації макули (жовтої плями), що викликає старечу сліпоту; уповільнює окиснення білків кришталика, оберігаючи від розвитку катаракти; захищає також і циліарне тіло від морфологічних змін, не даючи розвинути глаукомі. Лікопен у людському організмі не виробляється, ми можемо отримати його тільки з їжею [1, 20].

**Таким чином, багаточисленними дослідженнями доведена важлива біологічна роль каротиноїдів та їх похідних як у профілактиці, так і в лікуванні захворювань органу зору.**

## Література

1. Анохина Г. А. Каротиноиды и их роль в профилактике и лечении некоторых заболеваний человека / Г. А. Анохина, С. В. Анохина // *Фитотер. Час.* – 2013. – № 3. – С. 4-10.
2. Витамины, макро- и микроэлементы / В. Г. Ребров, О. А. Громова – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 960 с.
3. *Дієтологія / підручник під ред. Харченко Н. В., Анохіної Г. А.* – К. – 2012. – 526 с.
4. Гороховская Г. Н., Зимаева Ю. О., Петина М. М. Питание и рациональная витаминотерапия в пожилом возрасте: учеб. Пособие. – М.: МЕДПРАКТИКА-М, 2009. – 76 с.
5. Age-Related Eye Disease Study Research Group. The relationship of dietary carotenoids and vitamin A, E, and C intake with age-related macular degeneration in a case-control study: AREDS report no. 22. *Arch Ophthalmol.* 2007. – Vol. 125. – P. 1225-1232.
6. Coleman H, Chew E. Nutritional supplementation in age-related macular degeneration // *Curr Opin Ophthalmol.* – 2007. – Vol. 18. – P. 220-223.
7. Christen W. G., Glynn R. J., Chew E. Y., [et al.]. Low-dose aspirin and medical record-confirmed age-related macular degeneration in a randomized trial of women // *Ophthalmol.* – 2009. – Vol. 116. – P. 2386-2392.
8. Christen W. G., Gaziano J. M., Hennekens C. H. Design of Physicians' Health Study II – A Randomized Trial of Beta-Carotene, Vitamins E and C, and Multivitamins, in Prevention of Cancer, Cardiovascular Disease, and Eye Disease, and Review of Results of Completed Trials // *Ann Epidemiol.* 2000. – Vol. 10. – P. 124-134.
9. Evans J. R. Antioxidant vitamin and mineral supplements for slowing the progression of age related macular degeneration. *Cochrane Database of Syst Rev.* 2006;2:CD000254. [This review assesses all the available, clinical trials on nutritional supplementation in the primary prevention of AMD, concluding

that there is insufficient evidence to recommend routine supplementation in healthy adults to prevent AMD].

10. La Rowe T. L., Mares J. A., Snodderly M., [et al.]. CAREDS Macular Pigment Study Group Macular pigment density and age-related maculopathy in the Carotenoids in Age-Related Eye Disease Study: an ancillary study of the Women's Health Initiative // *Ophthalmol.* – 2008. – Vol. 115. – P. 876-883.

11. Mares J. A., La Rowe T. L., Snodderly D. M., [et al.]. CAREDS Macular Pigment Study Group and Investigators Predictors of optical density of lutein and zeaxanthin in retinas of older women in the Carotenoids in Age-Related Eye Disease Study (CAREDS): ancillary study of the Women's Health Initiative // *Am J Clin Nutr.* – 2006. – Vol. 84. – P. 1107-1122.

12. McGraw, K. J. 2004. Notallred, orange, and yellow colors are carotenoid-based: the need to couple biochemical and behavioral studies of color signals in birds. *Proceedings of the Indian National Science Academy B* 70:593-598.

13. McGraw, K. J. 2006. The mechanics of carotenoid coloration in birds. In: Hill, G. E. and McGraw, K. J. (Eds.). *Bird Coloration. I. Mechanisms and Measurements.* Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. 177-242.

14. McGraw, K. J. 2006. Themechanics of uncommonbirdcolors: pterins, porphyrins, and psittacofulvins. In: Hill, G. E. and McGraw, K. J. (Eds.). *Bird Coloration. I. Mechanisms and Measurements.* Cambridge, MA: Harvard University Press, pp. 354-398.

15. Moeller S. M., Parekh N., Tinker L., et al. CAREDS Research Study Group Associations between intermediate age-related macular degeneration and lutein and zeaxanthin in the Carotenoids in Age-related Eye Disease Study (CAREDS): ancillary study of the Women's Health Initiative // *Arch Ophthalmol.* – 2006. – Vol. 124. – P. 1151-1162.

16. Parisi V, Tedeschi M, Gallinaro G, et al. Carotenoids and antioxidants in the age-related maculopathy Italian study: multifocal electroretinogram modifications after 1 year // *Ophthalmol.* – 2008. – Vol. 115. – P. 324-333.

17. Steffen, J. E. and McGraw, K. J. 2009. How dew lapcolor reflects its carotenoid and pterin content in male and female brown anoles (*Noropssagrei*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part B* 154:334-340.

18. The Age-Related Eye Disease Study Research Group. A randomized, placebo-controlled, clinical trial of high-dose supplementation with vitamins C and E, beta carotene, and zinc for age-related macular degeneration and visionloss // *Arch Ophthalmol.* – 2001. – Vol. 119. – P. 1417-36.

19. Tan J. S. L., Wang J. J., Flood V., [et al.]. Dietary antioxidants and the longterm incidence of age-related macular degeneration: The Blue Mountain Eye Study // *Ophthalmol.* – 2008. – Vol. 115. – P. 334-341.

20. Van Leeuwen R., Boekhoorn S., Vingerling J. R., et al. Dietary intake of antioxidants and risk of age-related macular degeneration // *JAMA.* – 2005. – Vol. 294. – P. 3101-3107.

Надійшла до редакції 04.05.2016

УДК: 616.08-616.1-616.2-616.5-616.73

Т. П. Гарник, С. В. Анохіна

## РОЛЬ КАРОТИНОЇДІВ У ЗАБЕЗПЕЧЕНІ ЗДОРОВ'Я ОРГАНА ЗОРУ (Огляд літератури)

**Ключові слова:** орган зору, каротиноїди, дієтологія, превентивна терапія.

Автори провели аналіз літературних джерел від відкриття вітаміну А до його похідних та впливу на стан здоров'я органу зору і можливі превентивні дієтологічні заходи.

Т. П. Гарник, С. В. Анохіна

## РОЛЬ КАРОТИНОИДОВВОБЕСПЕЧЕНИИ ЗДОРОВЬЯ ОРГАНА ЗРЕНИЯ (Обзор литературы)

**Ключевые слова:** орган зрения, каротиноиды, диетология, превентивная терапия.

Авторами представлен анализ литературных данных от открытия витамина А к его производным и влияние на состояние органа зрения, а также возможная превентивная диетологическая коррекция.

T. P. Garnik, S. V. Anokhina

## THE ROLE OF CAROTENOIDS IN ENSURING HEALTHY ORGAN OF VISION (A literature review)

**Keywords:** organ of vision, carotenoids, nutrition, preventive therapy.

The authors present an analysis of published data on the discovery of vitamin A and its derivatives, and the effect on the state of the organ of vision, as well as a possible preventive Dietetic correction.

УДК 615.451.13:615.28

## ИЗУЧЕНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ CALENDULAE TINCTURA

■ <sup>1</sup> Н. Н. Бойко, к. фарм. н., доц. каф. «Процессы и аппар. хим.-фарм. произв.»

<sup>1</sup> А. И. Зайцев, д. фарм. н., проф., зав. каф. «Процессы и аппар. хим.-фарм. произв.»

<sup>1</sup> Л. В. Нефедова, ст. лабор. каф. «Процессы и аппар. хим.-фарм. произв.»

<sup>2</sup> Т. П. Осолодченко, к. биол. н., зав. лаб. «Биохимии микроорганизм. и питател. сред»

<sup>3</sup> Е. Т. Жилиякова, д. фарм. н., проф., зав. каф. «Фармацевт. техн.»

■ <sup>1</sup> Национальный фармацевтический университет, г. Харьков

<sup>2</sup> ГУ «Институт микробиологии и иммунологии им. И. И. Мечникова НАМН Украины», г. Харьков

<sup>3</sup> Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Российская Федерация