

## **Zdrowie człowieka, karotenoidy i skaner Pharmanex® BioPhotonic (Human Health, Carotenoids and the Pharmanex® BioPhotonic Scanner)**

Dr Lester Packer

Profesor

Członek Naukowego Komitetu Doradczego Pharmanex®

20 grudnia 2002 roku

Karotenoidy to grupa naturalnych, rozpuszczalnych w tłuszczach składników odżywczych pochodzenia roślinnego, które odgrywają ważną rolę w obronie antyoksydacyjnej organizmu (Packer, 1992, 1993; Cadenas and Packer, 2002). To one nadają czerwoną, pomarańczową lub żółtą barwę wielu owocom i warzywom, takim jak ananasy, owoce cytrusowe, brzoskwinie, nektarynki, owoce persymony, pomidory, papaja, morele, marchew, arbuzy, dynie, kabaczki czy bataty. Czasami ich obecność jest maskowana przez chlorofil, zwłaszcza w ciemnozielonych warzywach liściastych, takich jak szpinak, brokuły, jarmuż czy kapusta.

Związki te odpowiadają również za ubarwienie wielu ptaków (flaming, ibis, kanarek, jaskrawożółty łepek ścierwnika białego), owadów (biedronka), zwierząt morskich (skorupiaki, łosoś) oraz kwiatów.

Dotychczas wyodrębniono ponad naturalnych 600 karotenoidów, ale w pożywieniu człowieka w większych ilościach występuje niecałe pięćdziesiąt. Pięć z nich – beta-karoten, alfa-karoten, likopen, luteina oraz zeaksantyna – występuje we krwi i ma istotne znaczenie dla zdrowia człowieka (Khachik i in., 1992; Gerster, 1993). Z licznych badań epidemiologicznych i eksperymentalnych wynika niezbicie, że karotenoidy to składniki odżywcze ważne dla prawidłowej regeneracji komórek (Clinton i Giovannucci, 1998; Clinton, 1999), zdrowia oczu (Landrum i in., 1997; Cooper i in., 1999) oraz wielu innych aspektów zdrowia, na które wpływają niestabilne cząsteczki tlenu zwane wolnymi rodnikami (Rao i Agarwal, 2000; Cadenas i Packer, 2002).

Większość zdrowotnych zalet karotenoidów wynika z ich właściwości antyoksydacyjnych: karotenoidy chronią komórki i tkanki przed szkodliwym działaniem wolnych rodników (Mortensen i in., 2001; Paiva i Russell, 1999).

Karotenoidy można nazwać „ofiarnymi” antyoksydantami, ponieważ ich cząsteczki nie regenerują się jak w przypadku innych przeciwutleniaczy, lecz ulegają degradacji w procesie neutralizowania wolnych rodników czyli reaktywnych form tlenu. Cząsteczka typowego karotenoidu, na przykład likopenu czy beta-karotenu, może wytrzymać dwadzieścia uderzeń rodników lipidowych, a potem ulega całkowitemu zniszczeniu (Tsuchiya i in., 1994). Dlatego podwyższenie poziomu karotenoidów w tkankach wzmacnia cały system antyoksydacyjny (Packer, 1994; Packer i Coleman, 1999), zmniejszając w rezultacie zagrożenie spowodowane stresem oksydacyjnym.

Ponadto niektóre karotenoidy, takie jak alfa- i beta-karoten, są prekursorami witaminy A. Mimo że ustalono zalecane spożycie dobowe dla witaminy A (Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, 2000), obecnie nie ma takich norm dla karotenoidów, w tym dla beta-karotenu, ponieważ nie są one uważane za witaminy sensu stricto.

## **KAROTENOIDY W SKÓRZE**

Karotenoidy nie rozpuszczają się w wodzie. Dlatego we krwi transportowane są przez lipoproteiny o małej gęstości (LDL) razem z innymi substancjami rozpuszczalnymi w tłuszczach, takimi jak witamina E czy cholesterol. Kiedy lipoproteiny LDL docierają do komórek naskórka i skóry właściwej, karotenoidy są dalej przenoszone za pomocą receptorów lipoproteinowych znajdujących się na powierzchni komórek.

U ludzi zewnętrzna część naskórka, złożona z 20-30 warstw starzejących się lub „martwych” komórek, tworzy warstwę rogową. Komórki warstwy rogowej zawierają duże ilości pewnych rodzajów lipidów i białek pełniących funkcję bariery ochronnej przed negatywnym wpływem zanieczyszczeń obecnych w otoczeniu. W tej warstwie występują również karotenoidy, które chronią skórę przed wolnymi rodnikami i promieniowaniem słonecznym (Alaluf i in., 2002; Stahl i in., 2001).

Kiedy następuje wzrost spożycia karotenoidów – na przykład dzięki zmianie diety lub zażywaniu suplementów, takich jak LifePak® – związki te początkowo odkładają się w lipoproteinach we krwi (Szmidt i in., 1999).

Ich poziom może podnieść się nawet o 100%. Po wzroście poziomu karotenoidów we krwi następuje wzrost ich stężenia we wszystkich narządach, które mogą wchłaniać lipoproteiny, między innymi w skórze. Dlatego bezpośredni pomiar na skórze dostarcza informacji na temat poziomu karotenoidów w miejscu ich działania. To właśnie stanowi o wyższości takiego pomiaru nad badaniami mierzącymi poziom karotenoidów wyłącznie w osoczu krwi.

## **WYKRYWANIE KAROTENOIDÓW**

Karotenoidy można wykrywać między innymi za pomocą metod optycznych opartych na analizie spektralnej. Jednak z powodu wysokiego stężenia innych pigmentów występujących na powierzchni skóry, takich jak melanina czy hemoglobina, dokładny pomiar za pomocą metod nieinwazyjnych jest niemożliwy. Innymi ważnymi technikami wykrywania karotenoidów są metody chemiczne, na przykład wysokociśnieniowa chromatografia cieczowa (HPLC) czy spektrometria mas, ale w przeciwieństwie do metod optycznych, mają one charakter inwazyjny, ponieważ wymagają pobierania próbek.

Stworzono więc alternatywną technikę, którą wykorzystano w skanerze Pharmanex® BioPhotonic, a która opiera się na metodzie optycznej zwanej rezonansową spektroskopią ramanowską. Metoda ta od wielu lat jest stosowana w laboratoriach naukowych do badań nad karotenoidami w układach biologicznych i została opisana w dwóch książkach opublikowanych około dziesięciu lat temu (Packer, 1992, 1993). Skaner mierzy poziom karotenoidów w ludzkich tkankach (Emakov i in., 2001), oku (Bernstein i in., 1998) oraz na powierzchni skóry (Hata i in., 2000) za pomocą sygnałów optycznych zwanych sygnałami ramanowskimi. Sygnały te identyfikują unikalną budowę cząsteczkową karotenoidów, umożliwiając ich pomiar bez interferencji ze strony innych substancji cząsteczkowych.

Firma Pharmanex® wykorzystwała skomplikowaną technologię spektroskopii ramanowskiej do stworzenia prostego, przenośnego urządzenia – skanera Pharmanex® BioPhotonic – za pomocą którego można dokonywać natychmiastowych pomiarów poziomu karotenoidów w ludzkiej skórze. Jest to niezwykle ważne osiągnięcie, ponieważ wyprowadzenie skanera

z laboratorium badawczego „w teren” oznacza, że praktycznie w każdym miejscu można mierzyć potencjał antyoksydacyjny i stan odżywienia ludzi.

Pomiar poziomu karotenoidów w skórze za pomocą skanera Pharmanex® BioPhotonic to wygodny i praktyczny sposób na określenie ogólnego potencjału antyoksydacyjnego organizmu. Wiadomo bowiem, że poziom karotenoidów w skórze jest dobrym wskaźnikiem stężenia karotenoidów we krwi i innych tkankach (Peng i in., 1995). Karotenoidy są dostarczane do tkanek przez krążące w krwi lipoproteiny LDL, więc ich stężenie koreluje z ilością innych rozpuszczalnych w tłuszczach antyoksydantów, takich jak witamina E czy koenzym Q, w organizmie. A zatem wyższy poziom karotenoidów odzwierciedla ogólny poziom obrony antyoksydacyjnej i obniżony stres oksydacyjny.

W przeprowadzonym przez Pharmanex® badaniu, w których wzięła udział duża grupa badanych (1375 osób), uzyskano przekonujący dowód na to, że karotenoidy stanowią dobry wskaźnik potencjału antyoksydacyjnego lub stresu oksydacyjnego (Smidt i Shieh, 2003). Badanie wykazało, że osoby o wysokim poziomie stresu oksydacyjnego zwykle mają niski poziom karotenoidów w skórze, niezależnie od ilości karotenoidów spożywanych w diecie. Oto szczegółowe ustalenia badania:

- a. Palacze mają znacząco niższe wyniki określające obronność organizmu (poziom karotenoidów w skórze) niż osoby niepalące (odpowiednio 13.030 i 19.890,  $p < 0,01$ ), niezależnie od dziennej liczby porcji owoców i warzyw czy wyliczonego spożycia karotenoidów (na podstawie bazy danych karotenoidów USDA). Dane te są zbieżne z wynikami poprzednich badań, w których stwierdzono, że palenie wywołuje stres oksydacyjny i obniża potencjał antyoksydacyjny (Dietrich i in., 2002; Arlberg, 2002).
- b. Osoby, które dużo przebywają na słońcu, mają znacząco niższe wyniki w zakresie obronności organizmu niż osoby unikające nadmiernej ekspozycji na słońce (odpowiednio 16.446 i 20.085,  $p < 0,001$ ), niezależnie od spożywanej dawki karotenoidów lub zwyczajów żywieniowych. Wiadomo, że kontakt z promieniowaniem słonecznym jest przyczyną stresu oksydacyjnego i niskiego potencjału antyoksydacyjnego,

- i udowodniono, że obniża poziom karotenoidów (Alaluf i in., 2002; Stahl i in., 2001).
- c. Przy użyciu innej metody określającej poziom peroksydacji lipidów na podstawie stężenia dialdehydu malonowego w moczu stwierdzono, że osoby o wysokim poziomie stresu oksydacyjnego uzyskiwały znacząco niższe wyniki w zakresie obronności organizmu niż osoby o niskim poziomie stresu oksydacyjnego (odpowiednio 19.392 i. 29.590,  $p < 0,01$ ). I w tym przypadku na tę zależność nie miała wpływu zawartość karotenoidów w diecie, która była podobna w obu grupach.

Obserwacje te stanowią dowód na to, że mierzony przez skaner BioPhotonic poziom karotenoidów w skórze rzeczywiście odzwierciedla ogólny potencjał antyoksydacyjny organizmu.

## **WNIOSKI**

Pomiar poziomu karotenoidów w skórze za pomocą skanera Pharmanex® BioPhotonic to kolejna ważna metoda oceny ogólnego potencjału antyoksydacyjnego organizmu. Główną zaletą tej metody – w porównaniu do innych testów antyoksydacyjnych, takich jak badanie poziomu antyoksydantów we krwi lub stężenia produktów peroksydacji lipidów w moczu – jest to, że potencjał antyoksydacyjny mierzy się na powierzchni skóry, gdzie karotenoidy chronią organizm przed szkodliwymi czynnikami zewnętrznymi, takimi jak promieniowanie ultrafioletowe czy działanie ozonu. Natomiast pomiary oparte na analizie surowicy lub moczu są mniej wiarygodne i często odzwierciedlają skład ostatnio zjedzonych posiłków, a nie długofalową ochronę antyoksydacyjną. Pomiar poziomu karotenoidów we krwi przez skaner BioPhotonic jest bardziej miarodajny niż większość innych testów stosowanych do oceny potencjału antyoksydacyjnego. Kolejną ważną zaletą jest oczywiście wygoda i szybkość pomiaru. Wszystkie inne testy wymagające pobierania próbek tkanki skóry, krwi lub moczu są uciążliwe, nieprzyjemne, skomplikowane, muszą być wykonywane przez specjalistów, na wyniki często trzeba czekać kilka dni lub tygodni, no i oczywiście są bardziej kosztowne.

Skaner pomoże klientom Pharmanex® podejmować bardziej racjonalne decyzje w zakresie stylu życia, sposobu odżywiania się i suplementów.

Dlatego jestem przekonany, że wprowadzenie skanera BioPhotonic przez firmę Pharmanex® to wydarzenie, którego wagę trudno przecenić.

## **LITERATURA POLECANA / BIBLIOGRAFIA**

Alaluf S., Heinrich U., Stahl W., Tronnier H. i Wiseman S.: Dietary Carotenoids contribute to normal human skin color and UV photosensitivity. *Journal of Nutrition* 2002; 132:399-403.

Alberg A.: The influence of cigarette smoking on circulating concentrations of antioxidant micronutrients. *Toxicology* 2002; 180:121.

Bernstein P.S., Yoshida M.D., Katz W.B., McLane R.W., Gellermann W.: Raman detection of macular carotenoid pigments in intact human retina. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 1998; 39:2003-2011.