

612.392.01:616-056.5:355.33

NUTRIČNÍ STAV VOJÁKŮ Z POVOLÁNÍ- ANTIOXIDAČNÍ VITAMÍNY

Ing. Libuše OPLTOVÁ, pplk. Pavol HLÚBIK, CSc., pplk. MUDr. Jiří ZELENÝ, CSc., Mgr. Václav BLÁHA,
pplk.doc. MUDr. Karol MARTINÍK, CSc.
Vojenská lékařská akademie JEP, Hradec Králové
(rektor: plk. prof. MUDr. J. Fusek, DrSc.)

Výsledky epidemiologických nutričních studií provedených v posledních desetiletích v ekonomicky vyspělých zemích ukazují, že klinické příznaky nedostatku vitamínů A, E a C se u obyvatel těchto zemí vyskytují pouze zřídka. Zároveň ale byly podány důkazy o tom, že se v každé populaci vyskytují jednotlivci, popř. populační skupiny, které jsou nedostatečně zásobeny těmito vitamíny, i když jejich strava je energeticky dostačující. Většinou jde o počáteční karetní stadia, kdy se neprojevují žádné viditelné symptomy onemocnění. Tato zjištění nabyla důležitosti na počátku 80. let, kdy byl na základě výsledků rozsáhlých epidemiologických studií rozpoznán nepřímý vztah mezi saturací organismu vitamíny A, E, C a rizikem vzniku nádorových onemocnění. Podobně v průběhu 80. let byla zaznamenána vyšší incidence úmrtnosti na kardiovaskulární onemocnění v populacích, u kterých byl prokázán trvale nízký příjem uvedených vitamínů v potravě. Výsledky epidemiologických studií tak daly podnět k hlubšímu poznání funkce vitamínů A, E a C, b-karotenu, thiolů a některých minerálií v organismu. V neposlední řadě přinesly i nové pohledy na hodnocení saturace lidského organismu těmito mikro-nutrienty, které jsou schopny eliminovat působení volných radikálů, zvláště pak radikálů odvozených od kyslíku, v buňce (v anglosaské literatuře se pro ně ujal název "scavenger" - "zametač"). Zabraňují tak oxidativnímu poškození buněk a tkání, které je považováno za počátek mnoha onemocnění. Protektivní role antioxidačních vitamínů a b-karotenu se neprojevuje pouze v prevenci rakoviny, kardiovaskulárních onemocnění a šedého zákalu, ale zasahuje s velkou pravděpodobností i do jiných oblastí, jako např. do procesu stárnutí (4).

Obrana buněk proti poškození aktivovaným kyslíkem představuje komplexní proces spojený s celou řadou vzájemně propojených protektivních mechanismů, ve

kterých hrají hlavní roli antioxidační nutrienty - selen, měď, zinek, hořčík, vitamíny A, E a C, thiol a b-karoten (2). Při redukci molekulárního kyslíku vzniká jako meziprodukt peroxid vodíku a volné kyslíkové radikály, např. superoxidový anion a zvláště agresivní hydroxylový radikál, které obsahují nespárovaný elektron. Dalším reaktivním metabolitem kyslíku, který není volným radikálem v pravém slova smyslu, může být molekula kyslíku v excitovaném stavu, kdy periferní elektron v jeho struktuře je působením energie excitován na vyšší orbitální dráhu, než ve které se normálně pohybuje (singlet oxygen). Oxidativní poškození způsobené těmito reaktivními kyslíkovými metabolity je v literatuře často uváděno jako tzv. "oxidativní stres".

V souvislosti s tímto pojmem je vitamínu A a b-karotenu i ostatním karotenoidům připisována významná role především při inaktivaci ("zhášení") elektronicky excitovaných molekul (singlet oxygen) vznikajících při fotoexcitaci nebo chemiexcitaci. Jejich působení je dáno schopností absorbovat energii bez chemické změny, takže excitovaný kyslík se vrátí do původního stavu, aniž by byl poškozen okolní biologický systém (11).

Vitamín E lokalizovaný v membránách nejúčinněji blokuje tvorbu lipoperoxidů, a chrání tak nenasycené mastné kyseliny v membránách proti peroxidaci. Význam jeho působení spočívá především ve skutečnosti, že v jeho nepřítomnosti by působením hydroxylových radikálů na nenasycené mastné kyseliny nastala řetězová reakce, při níž vznikají stále nové sekundární produkty lipoperoxidového charakteru. To vede k postupné degradaci membrán a také k zániku buněk. Z tohoto důvodu je vitamín E považován za nejvýznamnější faktor ovlivňující stupeň poškození membrán volnými radikály, který může zásadním způsobem zasáhnout při etiogenezi celé řady onemocnění.

Vitamín C je jedním z nejsilnějších redukčních činidel

a "zametačů" radikálů, který působí především jako primární obrana proti radikálům vodního prostředí v krvi. Ničí tyto vysoce reaktivní metabolity dříve, než mohou zasáhnout membrány a lipoproteiny o nízké hustotě (LDL). Kyselina askorbová nemůže sama o sobě reagovat s lipofilními radikály v membránách, ale působí synergisticky s tokoferolem tak, že regeneruje aktivní tokoferol z jeho radikálové formy vznikající při "zametání" lipoperoxidových radikálů.

Uvedené poznatky spolu s výsledky nutričních studií z posledních let (WHO MONICA) nás vedly k tomu, že sledování hladin antioxidačních vitamínů bylo zařazeno i do výzkumného úkolu "ZDRAVÍ", který byl zaměřen na průzkum zdravotně výživového stavu vojáků z povolání jako odrazu podmínek jejich života a práce. Naším úkolem bylo především získat základní informace o zásobení organismu vojáků z povolání těmito vitamíny, protože literární údaje jsou v tomto ohledu dosti kusé, a to nejen pokud jde o vojenskou populaci. V posledních letech byly publikovány údaje o hladinách vitamínů A a E u psychiatrických pacientů, stárnoucí populace a zdravých dobrovolníků (3), problémem saturace organismu vitamínem C se u nás soustavně zabývají Zloch (14) a Ginter (6). Na našem pracovišti jsme ve dvouleté studii sledovali nutriční stav posluchačů vojenské vysoké školy a v jejím rámci byly stanoveny i sérové hladiny antioxidačních vitamínů (13).

Soubor a metodika

V neselektivním souboru bylo jednorázově vyšetřeno 263 zdravých mužů – vojáků z povolání. Jejich věk činil v průměru 36 let, 37 z nich bylo zařazeno do kategorie pod 25 let, 93 do kategorie 26-35 let, 82 do kategorie 36-45 let a 51 do kategorie starších (maximum 58 let). Bylo provedeno podrobné anamnestické a antropometrické vyšetření, ráno nalačno odebrána krev pro biochemické vyšetření. Askorbémie byla stanovena v den odběru, parametry lipidového metabolismu do 2 dnů (sérum skladováno v chladničce) a vitamíny A, E do 3 měsíců (sérum skladováno při -30 °C). Koncentrace parametrů lipidového metabolismu byly stanoveny pomocí Biola-testů (Lachema Brno), poměr koncentrací celkového a HDL cholesterolu uvádíme jako aterogenní index. Vitamín C v séru byl stanoven spektrofotometricky dinitrofenylhydrazinovou metodou (12), sérové koncentrace vitamínů A a E pomocí kapalinové chromatografie (1). Pro statistické hodnocení naměřených výsledků byl použit program, který počítá podrobnější charakteristiku souborů s frekvencí všech rozdílných hodnot. Pro popis skupin dat vytvořených na základě věku vojáků byl použit další program, který pomocí analýz rozptylu testuje shodu průměrů těchto skupin. Dále byly testovány parametrické korelace mezi jednotlivými měřenými veličinami: v korelační matici uvádíme

Tabulka 1

Koncentrace vitamínu C v séru vojáků z povolání

VITAMÍN C (μmol/l)

NUMBER OF DISTINCT VALUES . 172
 NUMBER OF VALUES COUNTED . 228
 NUMBER OF VALUES NOT COUNTED 50

SKENNESS 0.89
 KURTOSIS -0.01

VALUE 5.493
 VALUE/S.E. -0.018

Rozložení souboru

Hodnota vitamin C μmol/l	Percentily kumul.
12,03	5,3
14,40	10,1
18,71	24,6
29,20	50,0
47,00	75,0
63,48	89,9
75,73	95,2

Each 'H' REPRESENTS 5 COUNTS
 Each '-' REPRESENTS 5.00000 UNITS

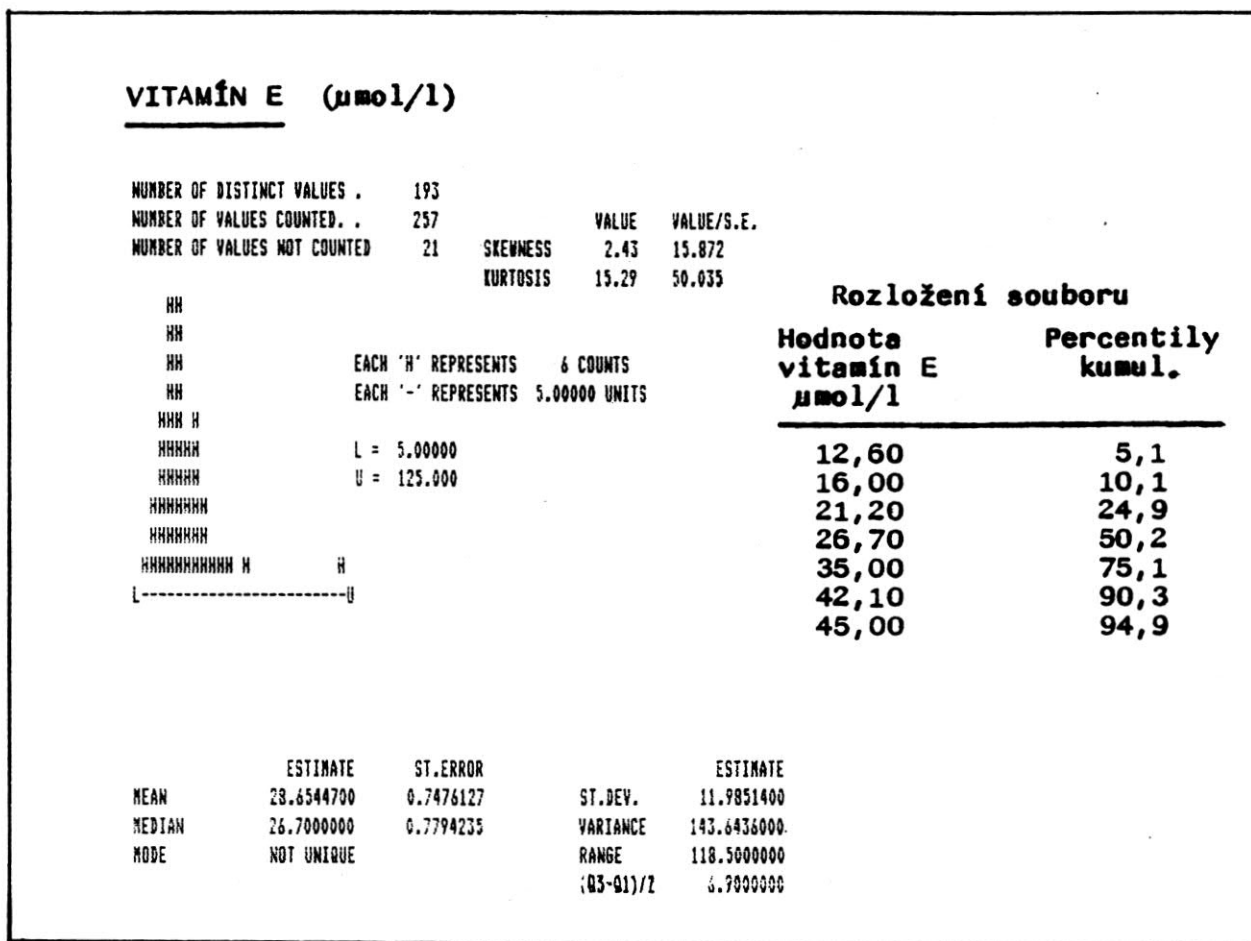
L = 0.00000
 U = 120.000

-----U

	ESTIMATE	ST.ERROR	ESTIMATE
MEAN	34.7939900	1.3074790	ST.DEV.
MEDIAN	29.2000000	2.0034070	VARIANCE
MODE	NOT UNIQUE		RANGE
			(Q3-Q1)/2

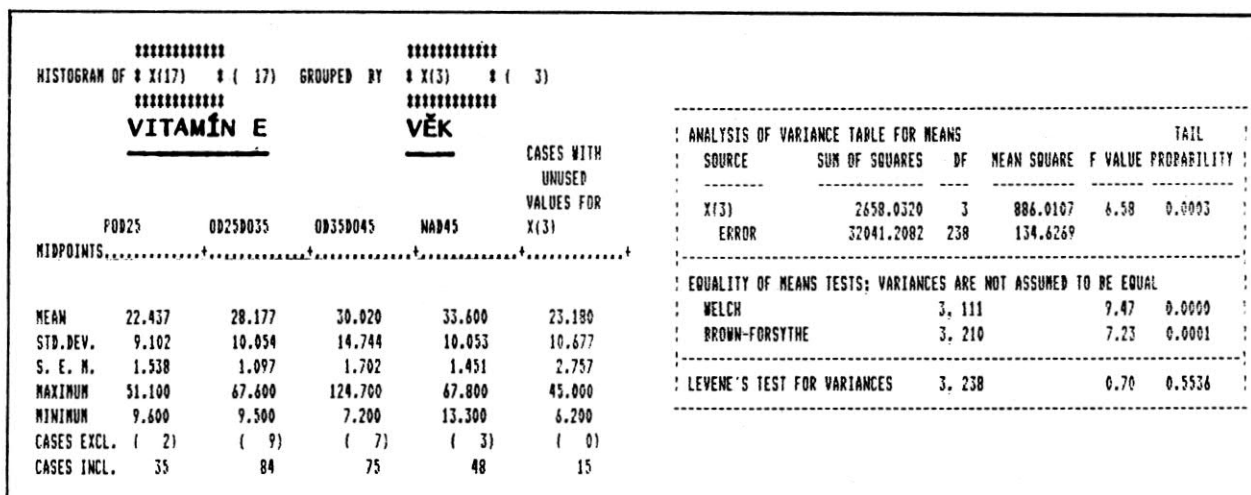
Tabulka 3

Koncentrace vitamínu E v séru vojáků z povolání



Tabulka 5

Hladiny vitamínu E u jednotlivých věkových kategorií vojáků z povolání



pouze vybrané veličiny, jejichž vztah je charakterizován statisticky významným korelačním koeficientem.

Výsledky

V tabulce 1 jsou dokumentovány výsledky sledování askorbémie u souboru vojáků z povolání. Odběry krve pro toto stanovení probíhaly většinou v říjnu až únoru, tedy v období, kdy je možno předpokládat poměrně dobrý přísun vitamínu C v potravě. Pouze 20 % vojáků z povolání bylo vyšetřeno v měsících dubnu až červnu. Průměrná hladina kyseliny askorbové ve výši 34,79 $\mu\text{mol/l}$ se pohybuje v dolní části rozmezí saturačního optima a dokazuje trvale nízký příjem vitamínu C v potravě vojáků z povolání. U 51 % z nich byly nalezeny hodnoty askorbémie odpovídající tzv. saturačnímu minimu, u tří sledovaných osob byly hodnoty na hranici karence. Jen u 7 % byly stanoveny hladiny odpovídající saturačnímu maximu a tito vojáci většinou v dotazníku uvedli příjem syntetických preparátů vitamínu C. Rozložení souboru vykazuje výraznou levostrannou asymetrii, tzn. nakupení nalezených hodnot mezi 20-30 μmol kyseliny askorbové/l séra.

Hladiny vitamínu A v séru vojáků z povolání (tabulka 2) se pohybovaly v průměru kolem $2,37 \pm 0,57 \mu\text{mol/l}$, 25. percentil příslušel hodnotě 0,92 a 75. percentil hodnotě 2,88 $\mu\text{mol/l}$. Rozložení souboru se blíží normálnímu.

Hladina vitamínu E v séru vojáků z povolání (tabulka 3) se pohybovala v průměru okolo $28,7 \pm 12,0 \mu\text{mol/l}$. Rozložení souboru se vyznačuje levostrannou asymetrií a zvýšenou špičatostí, tzn. naměřené hodnoty se nakupily v rozmezí 25-30 $\mu\text{mol/l}$ séra. 25. percentil představuje hodnota 21,2 $\mu\text{mol/l}$, 75. percentil hodnota 35,0 $\mu\text{mol/l}$.

Analýza rozptylu prokázala, že hladina kyseliny askorbové v séru nezávisí na věku sledované osoby, rozdíl mezi jednotlivými věkovými skupinami činily v průměru nejvýše 5 $\mu\text{mol/l}$. Podobně byly pomocí analýzy rozptylu testovány rozdíly mezi hladinami retinolu stanovenými u jednotlivých věkových kategorií vojáků z povolání. Statistická významnost rozdílů byla prokázána, pravděpodobnost překročení F hodnoty je nižší než 1 % (tab. 4). Nejvyšší koncentrace vitamínu A byly nalezeny v séru nejstarších kategorií ($2,45 \pm 0,50 \mu\text{mol/l}$), zatímco u vojáků mladších 25 let se tato hladina pohybovala v průměru okolo $2,08 \pm 0,54 \mu\text{mol/l}$ séra. Statisticky významné rozdíly mezi věkovými skupinami byly prokázány i pokud jde o koncentrace vitamínu E v séru, pravděpodobnost překročení F hodnoty je nižší než 1 promile (tab. 5). Hladiny alfa-tokoferolu v séru u vojáků mladších než 25 let se pohybovaly v rozmezí $22,44 \pm 9,10 \mu\text{mol/l}$, u vojáků 25-35 let činily v průměru $28,18 \pm 10,05 \mu\text{mol/l}$, u vojáků 35-45 let $30,02 \pm 14,74 \mu\text{mol/l}$ a u nejstarších $33,6 \pm 10,05 \mu\text{mol/l}$.

Diskuse

Základním nedostatkem současného pohledu na doporučené dávky a stanovení saturace organismu vitamínem

C je podle Gintera (6) skutečnost, že vycházejí z jediné funkce vitamínu C, z jeho úlohy zabránit skorbutu a neberou v úvahu celou řadu dalších významných úloh kyseliny L-askorbové. Přívod vitamínu, který je dostatečný pro prevenci skorbutu, může být suboptimální pro funkci určitých na kyselině askorbové závislých biochemických systémů. Proto je v současnosti kladen větší důraz na otázky spojené s mírným nedostatkem vitamínu C. Ten sice v organismu nevyvolává skorbut, ale může významně ovlivnit funkci imunitního systému nebo hraje významnou roli jako součást antioxidačního obranného systému, ať už jde o protektivní účinek proti změnám plazmatických nebo membránových lipidů či ochranu proti nádorovému bujení. Výsledky naší studie ukazují, že sledovaný soubor vojáků z povolání konzumuje energeticky dostačující stravu, přesto u 52 % členů tohoto souboru byla nalezena nedostatečná nebo jen minimální saturace organismu vitamínem C. Průměrná askorbémie činila 35 $\mu\text{mol/l}$ séra (medián 29,2 $\mu\text{mol/l}$), většina nalezených hodnot se pohybovala mezi 20-30 $\mu\text{mol/l}$. Tyto výsledky u sledovaného souboru zřetelně dokumentují trvale nízký příjem vitamínu C potravou. A právě tato situace, kdy dochází k dlouhodobé depleci tělových zásob vitamínu C bez symptomů skorbutu, je v současnosti jedním z nosných témat klinických nutričních studií. Např. Jacobs a spol. (9) podávali 12 dobrovolníkům v experimentu trvajícím 92 dnů přesně definovanou dietu obsahující postupně 5 mg (32 dny), 10 mg (28 dnů) a 60 mg (28 dnů) kyseliny askorbové na den a pokusili se stanovit vliv takto modelovaného mírného nedostatku vitamínu C a vliv následné realimentace (60 mg kyseliny askorbové/den) na parametry imunitního a antioxidačního obranného systému. Pokud jde o imunitní odpověď organismu, nenalezli za uvedených experimentálních podmínek žádné významné změny. Na druhé straně prokázali v souvislosti s nízkým přívodem vitamínu C významně zvýšené vylučování vysoce cytotoxických mutagenů ve stolici a změny v biochemickém působení antioxidantů, které indikují vyšší riziko oxidativního poškození tkání. Také Frei (4) ve své studii objasňuje úlohu kyseliny askorbové jako antioxidantu ve vodním prostředí, který zasahuje především v samém počátku peroxidace. Je dostatečně reaktivní, aby efektivně odstraňovala oxidanty ve vodné fázi ještě před tím, než mohou způsobit zřetelné oxidativní poškození lipidů. Uvedené práce patří k celé řadě dalších, které významně přispěly k hlubšímu poznání souvislostí mezi tzv. oxidativním stresem a rizikem vzniku kardiovaskulárního onemocnění či rakoviny. Tyto poznatky je třeba mít na zřeteli při hodnocení nízké saturace vojáků z povolání vitamínem C, která byla prokázána v naší studii. Mnohem příznivější situaci jsme našli v letech 1986 a 1987, kdy jsme sledovali soubor vojáků z povolání - posluchačů VLA Hradec Králové, protože průměrné hodnoty askorbémie tohoto souboru se pohybovaly mezi 50 (konec jarního období) až 57 $\mu\text{mol/l}$ séra (podzim). Na tento fakt měla nesporný vliv skutečnost, že se jednalo o studenty medicíny, kteří často konzumovali syntetický vitamín C.

Hladiny vitamínu A v séru vojáků z povolání ($2,37 \pm 0,57 \mu\text{mol/l}$) jsou v průměru vyšší, než udávají výsledky

sledování ve Francii ($2,09 \pm 0,42 \mu\text{mol/l}$) a převyšují i hladiny stanovené pro mužskou populaci v USA ($2,20 \mu\text{mol/l}$), a to jak v průměru, tak i ve všech věkových skupinách, které byly totožné s naším dělením (7, 10). Nedsahují hodnot, které byly nalezeny u japonských mužů (8). Přibližují se hladinám, které byly v ČSFR (3) stanoveny u skupiny dobrovolníků ($2,44 \pm 0,66 \mu\text{mol/l}$ pro věkové rozmezí $39 \pm 9,8$ roků). V naší studii (13) jsme při sledování nutričního stavu posluchačů vysoké vojenské školy ve věku 19-21 let našli nižší hladiny vitamínu A v séru ($1,98 \pm 0,35 \mu\text{mol/l}$). Testováním parametrických korelací mezi naměřenými veličinami byl zjištěn statisticky významný (5%) kladný vztah hladiny retinolu a některých antropometrických (tělesná hmotnost, BMI) a biochemických (celkový cholesterol, aterogenní index) ukazatelů. Závislost na hladině triacylglycerolů, β -lipoproteinů a alfa-tokoferolu byla významná na 1% hladině. Tyto výsledky mohou být vysvětlením jak pro kladnou korelaci vitamínu A s věkem sledovaných osob, tak i pro vyšší nálezy koncentrací retinolu v séru u naší vojenské subpopulace ve srovnání s americkými a francouzskými muži. Při hodnocení výsledků stanovení saturace vojáků z povolání vitamínem A je třeba mít na zřeteli, že sérové hladiny retinolu jsou přísně kontrolovány homeostázou organismu a nadbytečný přívod vitamínu z potravy je ukládán

v játrech. Z tohoto důvodu změny v dietním příjmu neovlivňují hladiny cirkulujícího ani tkáňového vitamínu A. Je tedy obtížné předpokládat, že změnou jeho přívodu v potravě bude možno dosáhnout jakéhokoliv preventivního efektu na výskyt nemocí, které jsou vyvolány působením volných radikálů (2). Naproti tomu mezi příjmem karotenoidů v potravě a jejich hladinami v séru byl prokázán přímý vztah. Obě skupiny těchto biologicky aktivních sloučenin mohou inaktivovat elektronicky excitované molekuly (tzv. "zhášení") vznikající při fotochemické nebo enzymatické reakci. Tato antioxidační schopnost vitamínu A a karotenoidů může podle současných poznatků vysvětlovat jejich roli v prevenci vzniku rakoviny (11).

Také průměrná hladina alfa-tokoferolu u sledovaného souboru vojáků z povolání ($28,7 \mu\text{mol/l}$) byla vyšší než u srovnatelných souborů ve Francii ($24,5 \mu\text{mol/l}$), USA ($22,3 \mu\text{mol/l}$) a Japonsku ($23,0 \mu\text{mol/l}$), a to i v jednotlivých věkových skupinách. Největší rozdíly ve prospěch našeho souboru byly nalezeny u dvou věkových skupin: 35 až 45 let a nad 45 let. Také rozložením naměřených hodnot se náš soubor liší od výše uvedených. 5. percentil představuje hodnotu $12,4 \mu\text{mol/l}$ a 95. percentil hodnotu $45 \mu\text{mol/l}$. Americký soubor se v 5. percentilu neliší, ale 95. percentil představuje hodnota $38,9 \mu\text{mol/l}$.

Tabulka 6

Parametrické korelace mezi sledovanými parametry - korelační matice

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 Těl.hmotn.	1,000										
2 Věk		1,0000									
3 BMI	*	*	1,0000								
4 TCHOL	0,7818	0,294		1,0000							
5 LDL-CHOL	0,2726	0,3489	0,3303		1,0000						
6 VITAMIN C	0,3028	0,3028	0,3511	0,9184		1,0000					
7 VITAMIN A	0,2454		0,2373	0,2379			1,0000				
8 VITAMIN E	0,2268	0,2527	0,2498	0,4454	0,3812		0,3954	1,0000			
9 TAG	0,3609		0,3948	0,5101	0,3485		0,3065	0,5193	1,0000		
10 beta-lipo	0,3503	0,2319	0,3789	0,5907	0,5486		0,3431	0,6248	0,6067	1,0000	
11 ATER. IND.	0,3811	0,2157	0,3858	0,5676	0,7351		0,2005	0,4090	0,4582	0,5606	1,0000

Statistická významnost * $p < 0,01$
 $p < 0,05$

U francouzského souboru tyto dvě hodnoty činí 15,8 a 34,3 $\mu\text{mol/l}$. Je zřejmé, že náš soubor měl zřetelně vyšší podíl vysokých koncentrací vitamínu E v séru. Hladiny alfa-tokoferolu v séru vojáků z povolání jsou vyšší i ve srovnání s hodnotami, které byly publikovány (3) v tuzemské literatuře ($23,52 \pm 7,7 \mu\text{mol/l}$) pro dobrovolníky a také ve srovnání s hodnotami nalezenými u 19-21letých posluchačů vysoké vojenské školy ($20,5 \pm 4,9 \mu\text{mol/l}$) (13). Na základě literárních údajů (2, 5, 11) předpokládáme, že tyto zvýšené hodnoty souvisejí s poměrně vysokými hladinami celkového a LDL-cholesterolu, triacylglycerolů a β -lipoproteinů v séru, které byly nalezeny u našeho souboru. Pro 44 % členů souboru byl vypočten aterogenní index vyšší než 5,0, u 41 % byly stanoveny hladiny triacylglycerolů vyšší než 2,0 mmol/l a u 16 % hladiny celkového cholesterolu vyšší než 6,72 mmol/l. Tento předpoklad byl potvrzen i testováním parametrických korelací (tabulka 6) mezi sledovanými veličinami. Byla zjištěna statisticky významná (1%) kladná závislost hladiny alfa-tokoferolu na koncentraci většiny lipidových parametrů (celkový a LDL-cholesterol, triacylglyceroly, β -lipoproteiny) i na hodnotě indexu aterogenity. Stejně jako u vitamínu A byla prokázána statisticky významná (5%) závislost hladiny alfa-tokoferolu v séru a hmotnosti nebo BMI sledovaných osob. Uvedené výsledky mohou být i vysvětlením pro statisticky významnou kladnou korelaci hladiny alfa-tokoferolu v séru s věkem sledovaných osob a v neposlední řadě i pro odlišné průměrné hodnoty tohoto parametru nalezené u vojáků z povolání ve srovnání s literárními údaji (3, 7, 8, 10). Závislost koncentrací vitamínů A a E na koncentraci lipidů (zejména VLD- a LD-lipoproteinů) v séru byla zjištěna statistickým hodnocením výsledků mnoha epidemiologických studií (5). Autoři těchto prací považují standardizaci hladin obou vitamínů na obsah cholesterolu nebo triacylglycerolů v séru za nutnou podmínku pro zajištění validních a srovnatelných výsledků, které odrážejí skutečný nutriční stav populace. Po standardizaci na tzv. normální cholesterolémie se hladiny obou vitamínů stávají nezávislými na hladinách všech lipidových složek v séru. Standardizace byla provedena i u výsledků našeho sledování, ale výše uvedené závěry zatím nebyly potvrzeny, patrně pro nižší počet vyšetřovaných osob.

Souhrn

V rámci sledování nutričního stavu vojáků z povolání byly stanoveny sérové hladiny antioxidantních vitamínů u 263 členů souboru ve věku 18-58 let. Výsledky dokumentují nízkou saturaci tohoto souboru vitamínem C, askorbémie se v průměru pohybovala kolem $34,79 \pm 19,74 \mu\text{mol/l}$ séra. Na druhé straně hladiny vitamínu A ($2,37 \pm 0,57 \mu\text{mol/l}$) a vitamínu E ($28,7 \pm 12,0 \mu\text{mol/l}$)

jsou v průměru vyšší než hodnoty udávané v tuzemské i světové literatuře pro mužskou populaci. Při interpretaci těchto výsledků je třeba mít na zřeteli statisticky významnou pozitivní závislost koncentrací vitamínu A a E na obsahu lipidových složek v séru. Sledování saturace lidského organismu uvedenými mikronutrienty nabylo důležitosti v souvislosti s poznáním, že mohou zásadním způsobem preventivně zasahovat při etiogenezi celé řady onemocnění.

Literatura

- CATIGNANI, G. L. - BIERI, J. G.: Simultaneous determination of retinol and alfa-tocopherol in serum or plasma by liquid chromatography. *Clin. Chem.*, 29, 1983, č. 4, s.708-712.
- DIPLOCK, A. T.: Antioxidant nutrients and disease prevention: an overview. *Amer. J. clin. Nutr.*, 53 (Suppl.), 1991, č. 1, s.189S-193S.
- FOJTÍKOVÁ, I. - BINKOVÁ, B.: Stanovení lipofilních vitamínů A a E v krevní plasmě. *Čas. Lék. čes.*, 130, 1991, č. 4, s.112-115.
- FREI, B.: Ascorbic acid protects lipids in human plasma and low-density lipoprotein against oxidative damage. *Amer. J. clin. Nutr.*, 54 (Suppl.), 1991, č. 6, s.1113S-1118S.
- GEY, F. K. et al.: Inverse correlation between plasma vitamin E and mortality from ischemic heart disease in cross-cultural epidemiology. *Amer. J. clin. Nutr.*, 53 (Suppl.), 1991, č. 1, s.326S-334S.
- GINTER, E.: Doporučené dávky vitamínu C - stále otevřený problém. *Čs. Gastroenterol. Výž.*, 43, 1989, č. 8, s.473-482.
- HERBETH, B. et al.: Reference intervals for vitamins B1, B2, E, D, retinol, beta-carotene, and folate in blood: usefulness of dietary selection criteria. *Clin. Chem.*, 32, 1986, č. 9, s.1756-1759.
- ITO, Y. et al.: Serum concentrations of carotenoids, retinol, and alpha-tocopherol in healthy persons determined by high-performance liquid chromatography. *Clin. Chim. Acta*, 194, 1990, s.131-144.
- JACOB, R. A. et al.: Immunocompetence and oxidant defense during ascorbate depletion of healthy men. *Amer. J. clin. Nutr.*, 54 (Suppl.), 1991, č. 6, s.1302S-1309S.
- KAPLAN, L. A. et al.: Reference reagents of retinol, tocopherols, lycopene and alpha- and beta-carotene in plasma by simultaneous high-performance liquid chromatographic analysis. *Clin. Physiol. Biochem.*, 1987, č. 5, s.297-304.
- MASCIO DI, P. - MURPHY, M. E. - SIES, H.: Antioxidant defense systems: the role of carotenoids, tocopherols, and thiols. *Amer. J. clin. Nutr.*, 53 (Suppl.), 1991, č. 1, s.189S-193S.
- LOWRY, O. H. - LOPEZ, J. A. - BESSEY, O. A.: The determination of ascorbic acid in small amounts of blood serum. *J. biol. Chem.*, 160, 1945, s.609-615.
- OPLTOVÁ, L. et al.: Sledování nutričního stavu posluchačů VLA JEP. *Voj. zdrav. Listy*, 59, 1990, č. 4, s.151-158.
- ZLOCH, Z.: Nové nároky na metabolismus vitamínu C a možnosti hodnocení C-vitaminové saturace organismu. *Čas. Lék. čes.*, 122, 1983, č. 25, s.775-778.

Klíčová slova: Nutriční stav; Antioxidanty; Vitamín A, E.