

612.766.1:616.153.922:616.153.475.2

CHOLESTEROLÉMIE A ASKORBÉMIE PŘI FYZICKÉM ZATÍŽENÍ U MLADÝCH JEDINCŮ

F. BÜRGER, J. KLIMEŠ, V. TRETERA

Okruhový hygienicko-epidemiologický oddíl České Budějovice
(náčelník: plk. MUDr. J. Šindelář)

Hladina sérového cholesterolu úzce souvisí s incidencí i prevalencí ischemické choroby srdeční (7, 17, 26) a s výskytem aterosklerózy (24, 33). Proto je cholesterol nejčastěji sledovanou látkou při hodnocení rizikových faktorů aterosklerózy. Podle současných představ je hladina cholesterolu kromě věku, pohlaví, výživy, psychického stresu a ev. kouření ovlivňována fyzickou aktivitou (5, 11, 14, 15, 20, 23). Někteří autoři se domnívají, že zvýšená hladina lipidů do značné míry závisí na stupni sedavého způsobu života (4, 27, 36). Naopak osoby, které pravidelně prováděly tělesná cvičení, měly hladinu cholesterolu nižší (5, 11, 14, 20, 23). Mnozí se proto domnívají, že sport může preventivně působit proti vzniku hypercholesterolémie (32).

Příznivý vliv vitamínu C na výskyt respiračních infekcí a počet úrazů je dnes již dobře znám (12, 21). V poslední době některé práce upozorňují na souvislost mezi hladinou cholesterolu a hladinou vitamínu C v krvi. Všeobecně se soudí, že podáváním vitamínu C dochází ke snížení cholesterolu v krvi (2, 8, 22). Existují však práce, které tento vliv nepotvrzují (1), někteří dokonce našli u starých lidí vzestup cholesterolémie (31). V pokusech na zvířatech se ukázalo, že vitamín C urychluje transport cholesterolu směrem k játrům, a tak nepřímě zabraňuje ukládání cholesterolu v cévní stěně (35). Podle některých zpráv se zdá, že kromě věku bude rozhodující z hlediska odpovědi množství dodaného vitamínu C (16). Zajímalo nás, zda by podání vitamínu C v interakci s tělesnou námahou ovlivnilo hladinu cholesterolu v krvi, nebo zda stačí podání samotného vitamínu. Při hledání účinného prostředku ke snížení cholesterolu jako rizikového faktoru aterosklerózy jsme vycházeli z předpokladu, že metabolická porucha vzniká již v mladém věku (26). Proto jsme si chtěli u mladých lidí v první etapě ověřit chování cholesterolémie po krátkodobé vitaminaci vitamínem C.

Materiál a metodika

Jako probandi nám sloužili vojáci po uplynutí 6 měsíců základní služby odvelení v měsíci dubnu k našemu zařízení od útvaru. Kontrolní soubor tvořila skupina rekonvalescentů po proběhlém onemocnění, které nemohlo ovlivnit metabolismus cholesterolu a vitamí-

nu C. Pokusné podmínky i stravování obou sledovaných skupin byly stejné, takže vliv diety byl zcela eliminován. Společné stravování bylo prováděno podle stravní dávky 1 (Prov-2-1) a bylo zahájeno 3 dny před začátkem pokusů. Pokusná skupina prováděla pravidelně 6 dní v týdnu jedenkrát denně po dobu 30 minut cvičení na bicyklovém ergometru při intenzitě zatížení, které odpovídalo u každého jedince 70% hodnotě jeho maximální aerobní kapacity, kterou jsme předem otestovali metodou podle Astranda (3). Druhá skupina sloužila jako kontrolní.

Na začátku pokusu jsme ráno provedli základní somatometrické měření a odebrali za standardních podmínek krev z v. cubiti na stanovení cholesterolémie a askorbémie. Zároveň jsme ze vzorku 24 hodiny sbírané moče určili množství vyloučeného vitamínu C. V dalších třech dnech byla provedena saturace perorálním podáním vitamínu C v dávkách 500, 500, 700 mg pro die. Následující den jsme opět provedli odběr krve se stanovením hladiny cholesterolu a vitamínu C a opět ve sbírané moči stanovili vyloučené množství vitamínu C. Druhý den po zahájení saturace skupina určená ke cvičení začala denně trénovat na bicyklovém ergometru po dobu 10 dnů. Po uplynutí tohoto období bylo provedeno kontrolní somatometrické měření a poslední odběr ke stanovení sledovaných biochemických ukazatelů. Ke stanovení cholesterolu jsme použili metodu podle Pearsona (25). K určení askorbémie jsme použili metodu s 2,4 dinitrofenylhydrazinem a množství vitamínu C vyloučeného močí jsme stanovili titračně s 2,6 dichlorfenolindofenolem (28).

Výsledky

Základní somatometrické údaje obou našich souborů jsou uvedeny v tab. 1.

Průměrné údaje sledovaných ukazatelů se základní statistickou charakteristikou ve třech fázích našeho pokusu shrnuje tabulka 2. Významnost rozdílů byla hodnocena párovým t—testem na 5% a 1% hladině významnosti.

Další tabulka (tab. 3) ukazuje statistickou významnost rozdílů mezi oběma soubory ve stejných fázích pokusu, hodnocenou nepárovým t—testem.

Hodnoty cholesterolu u cvičící skupiny vykazují nevýznamné změny a vzniklé rozdíly

Tabulka 1

Základní somatometrické hodnoty obou souborů na začátku
a na konci pokusu

Ukazatel		1. skupina (10 osob)		2. skupina (kontrolní 10 osob)	
		Vyšetření			
		začátek	konec	začátek	konec
Věk	$\bar{x}$ s	20,80 0,40		20,60 0,60	
Výška	$\bar{x}$ s	175,80 6,87	175,80 6,87	174,70 6,88	174,70 6,88
Váha	$\bar{x}$ s	67,85 10,63	67,60 9,84	69,47 5,95	70,25 5,31

nem C vedla u obou souborů, jejichž iniciální hodnoty se pohybovaly v pásmu hyposaturace, k přibližně stejnému statisticky významnému vzestupu askorbémie. Následný pokles u cvičící skupiny není tak rapidní jako u skupiny kontrolní. Toto chování askorbémie vysvětluje exkrece vitamínu C močí.

Diskuse

Současné názory na metabolismus cholesterolu ukazují, že cholesterolémie je výslednicí tvorby endogenního cholesterolu, příjmu exogenního cholesterolu a zároveň přesunu do tkání a jeho metabolické destrukce [18, 19]. V našem pokusném uspořádání se ukázalo, že

Tabulka 2

Hodnoty cholesterolémie, askorbémie a exkrece vitamínu C v jednotlivých fázích pokusu

Ukazatel			1. skupina			2. skupina (kontrol.)		
			vyšetření			vyšetření		
			I	II	III	I	II	III
Cholesterol celkový mg%	$\bar{x}$		178,8	188,9	184,7	167,8	179,4	198,5
	s		15,90	19,04	19,96	28,70	36,45	40,66
t-test			—			+		
Askorbémie mg%	$\bar{x}$		0,18	0,83	0,64	0,35	1,07	0,58
	s		0,10	0,33	0,33	0,22	0,22	0,20
t-test			++			++		
Vitamín C v moči mg/24 h	$\bar{x}$		8,88	22,7	11,8	9,3	39,6	12,8
	s		2,76	4,79	6,87	3,28	11,68	4,30
t-test			++			++		

+ p<0,05

++ p<0,01

— statisticky nevýznamné

Tabulka 3

Statistická významnost rozdílů mezi oběma soubory ve stejných fázích pokusu

Ukazatel	Vyšetření		
	I : I	II : II	III : III
Cholesterol celkový	—	—	—
Askorbémie	+	—	—
Vitamín C v moči	—	++	—

+ p<0,05

++ p<0,01

— statisticky nevýznamné

jsou v rozmezí laboratorní chyby. Naproti tomu u skupiny kontrolní došlo k postupnému zvyšování cholesterolémie, i když hodnota se stále udržovala v mezích normy pro věkovou kategorii 18–29 let [12]. Vitaminace vitamí-

hladina cholesterolu po podání vitamínové dávky při současné submaximální fyzické zátěži zůstala u mladých lidí prakticky neovlivněna. Srovnáním s kontrolní skupinou, kde cholesterolémie jeví zřetelnou tendenci k vzestupu, se nabízí domněnka, že vliv fyzické činnosti vede k udržení původní hladiny cholesterolu. V kontrolní skupině samotné podání vitamínu C nestačilo k udržení původní hladiny cholesterolu, i když na konci pokusu jsou hodnoty ve fyziologickém rozmezí [12]. Přestože v současné době nevíme, v jaké interakci jsou jednotlivé komponenty ovlivňující metabolismus cholesterolu při podání vitamínu C a působení tělesné námahy, domníváme se, že nemohl být ovlivněn příjem exogenního cholesterolu, poněvadž stravování bylo jednotné a z jedné kuchyně. Hodnoty exogenního cholesterolu ve stravě se podle tabulkového propočtu pohybovaly v průměru kolem 400 mg za den. Je pravděpodobné, že k udržení hladiny cholesterolu u cvičící skupiny přispěla největší měrou rychlejší metabolická destrukce cholesterolu a ak-

tivace sympatoadrenální soustavy s lipolytickým účinkem noradrenalinu (6, 32). Skinner (30) ve svých pokusech s fyzickým tréninkem zjistil, že cholesterol se u osob středního věku neměnil, a pokud došlo k jeho poklesu, byl spojen s úbytkem na váze nebo změnou diety. Je možné, že přírůstek cholesterolu v krvi u kontrolní skupiny souvisel s mírným vzestupem váhy, který jsme u tohoto souboru na konci pokusu zaznamenali. Nutno rovněž vzít v úvahu, že regulace cholesterolémie je důsledkem přesunů, ke kterým dochází u vojenské populace pod vlivem jednotného stravování (29).

Chování askorbémie po podání vitamínové dávky ukázalo, že organismus za podmínek tělesné námahy není zcela lhostejný k hospodaření s tímto důležitým oxidoredukčním substrátem. I když absolutní hodnoty jsou u cvičící skupiny nižší, což je zřejmě způsobeno nižší iniciální hodnotou, je přírůstek u obou skupin prakticky stejný. Exkrece vitamínu C již třetí den po zahájení vitaminace ukázala, že tělesná námaha pravděpodobně vede u mladého organismu k účelné regulaci hospodaření vitamínem C, protože jeho odpad je podstatně menší. Je nutno pochopitelně vzít v úvahu, že část vitamínu C se vlivem tělesné práce spotřebuje (10, 13, 34). U skupiny necvičících svědčí masivní vylučování vitamínu C o tom, že organismus, který nemůže účelně tento substrát využít, vylučuje jej bez užitku močí. Tomu nasvědčují i hodnoty jak askorbémie, tak exkrece vitamínu C na konci pokusu, kdy cvičící skupina přes zvýšenou spotřebu vitamínu C má nepatrně vyšší askorbémii a nepatrně nižší exkreci.

Na otázku, zda vitamín C sám o sobě snižuje hladinu cholesterolu, lze dát pouze nepřímou odpověď. Protože oba soubory dostaly stejné množství vitamínu C a pouze u necvičícího souboru došlo k vzestupu cholesterolu, zdá se pravděpodobné, že vitamín C nebude výrazněji zasahovat do regulace hladiny cholesterolu, a to zejména v těch případech, kdy hladina cholesterolu není zvýšena. Arutjunov a Udalov (2) prokázali sice podáváním polyvitamínového přípravku u pilotů pokles cholesterolémie při vyšší iniciální hladině, avšak tento efekt byl pouze dočasný a po přerušení dávek rychle mizel. Anderson a kol. (1) však tyto nálezy na lidech nepotvrdili. Ginter (8, 9), který se u nás systematicky tímto vztahem zabýval, zjistil při použití izotopové techniky, že nedostatek vitamínu C způsobuje zpomalení přeměny cholesterolu na žlučové kyseliny a v důsledku toho hladina cholesterolu stoupá. Byla-li příčina hypercholesterolémie jiná, nedvly ani velmi vysoké dávky vitamínu C k poklesu cholesterolémie. Proto se domníváme, že při přechodné sezónní hyposaturaci za normální hladiny cholesterolu nemohlo u našeho souboru podání vitamínu C vyvolat pokles cholesterolémie.

Souhrn

Autoři sledovali u 2 desetičlenných skupin vojáků v základní službě změny cholesterolémie a askorbémie po podání saturační dávky vitamínu C. Pokusná skupina cvičila denně 1/2 hodiny po dobu 10 dnů na bicykloergometru při zatížení 70 % maximální aerobní kapacity, zatímco kontrolní skupina zachovávala relativní fyzický klid. U skupiny cvičících nedošlo ke změně hladiny sérového cholesterolu, kontrolní skupina vykazovala však pozvolný vzestup. Chování askorbémie i exkrece vitamínu C u skupiny cvičících ukázalo, že při práci hospodářského organismus s vitamínem C mnohem úsporněji než za podmínek klidových. Autoři se domnívají, že k udržení hladiny cholesterolu při vysoké dodávce exogenního cholesterolu přispělo u cvičící skupiny fyzické zatížení, a to působením rychlejší metabolické destrukce a aktivace sympatoadrenální soustavy. Výsledky naznačují, že samotný vitamín C nebude významně zasahovat do regulace sérového cholesterolu u mladých lidí, zvláště, je-li výchozí hodnota nízká.

Literatura

1. Anderson, J. T., Grande, F., Keys, A.: Dietary ascorbic acid and serum cholesterol. Fed. Proc., 17, 1958, s. 468—473.
2. Arutjunov, G. A., Udalov, F.: Rol' vitaminov v profilaktike aterosklerozy sredi letnogo sostava. Voj. med. ž., 6, 1962, s. 57—61.
3. Åstrand, P. O., Ryhming, I.: A Nomogram for Calculation of Aerobic Capacity (Physical Fitness) from Pulse Rate during Submaximal Work, J. appl. Physiol., 7, 1954, s. 218—225.
4. Campbell, D. E., Lumsden, T. B.: Serum cholesterol concentrations during physical training and during subsequent detraining. Am. J. Med. Sci., 1967, s. 53—60.
5. Doležel, J., Jirka, Z.: Vliv tělesné činnosti na hladinu cholesterolu v krevním séru u mladých lidí. Vnitř. lék., 15, 1969, s. 332—340.
6. Dringoli, R., Orsucci, P. L., Ravaioli, O. et al.: Metabolismo lipidico e allenamento fisico. Nota IV. Modificazioni della concentrazione plasmatica del colesterolo totale e delle sue frazioni alfa e beta dopo esercizio fisico spinto in soggetti allenati e non. Med. Sport (Torino), 22, 1969, s. 200—205.
7. Geizerová, H., Grafnetter, D., Hejl, Z., Widimský, J.: Prevalence ICHS v urbání populaci mužů ve věku 50—54 let. Předneseno na konferenci OKEM, Praha, 1972.
8. Ginter, E.: The role ascorbic acid cholesterol metabolism. Slov. akad. vied, Bratislava, 1970.
9. Ginter, E.: Nová biochemická úloha vitamínu C. Výživa lidí, 27, 1972, s. 168—169.
10. Goldsmith, G. A.: Human requirements for vitamin C and its use in clinical medicine. Ann. N. Y. Acad. Sci., 92, 1961, s. 230—245.
11. Grandjean, E., Abelin, Th.: Die Wirkung von Nikotin auf die Schwimmleistungen und Atheromatose Cholesterinbelasteter Ratten. Schweiz. Z. Sportmed., 12, 1964, s. 132—144.
12. Hejda, S., Smola, J.: Pokus o ovlivnění nemocnosti vitamínem C. Prakt. Léč., 53, 1973, s. 591—593.
13. Jakovlev, N. N.: O potrebnosti v vitaminach B₁ i C pri zanjatiach sportom. Vopr. Pit., 17, 1958, s. 3—9.

14. Karvonen, M. J.: The diet and cholesterol by lumbarjacks. *Brit. J. Nutr.*, 15, 1961, s. 157—165.
15. Keys, A. et al.: Physical activity and the diet in populations differing in serum cholesterol. *J. clin. Invest.*, 35, 1956, s. 1173—1179.
16. Markiewicz, W.: Środki obniżające poziom cholesterolu we krwi. *Pol. Tyg. Lek.*, 18, 1963, s. 1412—1418.
17. Mašek, J., Křikava, L., Ošancová, K.: Některé naše výsledky o studiu vztahu tuků a obezity. *Čs. Gastroent. Výž.*, 13, 1959, s. 246—253.
18. Mašek, J., Křikava, L., Ošancová, K.: Hladina cholesterolémie a fosfolipidů u populace I. *Čas. Lék. čs.*, 101, 1962 a, s. 1482—1488.
19. Mašek, J., Křikava, L., Ošancová, K.: Hladina cholesterolémie a fosfolipidů u populace II. *Čas. Lék. čs.*, 101, 1962 b, s. 1489—1494.
20. Mašek, J., Křikava, L., Ošancová, K.: Epidemiological survey of cholesterolemia and its significance. *Rev. Czech. med.* 8, 1962 c, s. 189—199.
21. Mašek, J., Neradilová, M., Hejda, S.: Vitamín C a respirační infekce. *Čs. Gastroent. Výž.*, 26, 1972, s. 337—343.
22. Mjasnikov, A. L.: Influence of Some Factors on Development of Experimental Cholesterol Atherosclerosis. *Circulation*, 17, 1958, s. 99—113.
23. Montoye, H. J., Faulkner, J. A., Willis, P. W., Block, W. D., Mikkelsen, W. M., Dodge, H. J.: Serum total cholesterol concentration in business executives: intercorrelation with physical activity, serum uric acid and body fitness. In *Kongressbericht XVI. Weltkongress für Sportmedizin, Hannover, 1966*, s. 158—163.
24. Page, I. H.: Atherosclerosis, An Introduction. *Circulation*, 10, 1954, s. 1—12.
25. Pearson, S., Stern, S., McGavack, T.: A rapid accurate method for the determination of total cholesterol in serum. *Anal. Chem.*, 25, 1953, s. 813—814.
26. Reiniš, Z., Pokorný, J., Bazika, V., Hejda, S., Reisenauer, R., Horáková, D., Maršíková, L.: Rizikové faktory ischemické choroby srdeční. *Vnitřní Lék.*, 18, 1972, s. 9—17.
27. Rifkind, B. M., Begg, T.: Relationship between Relative Body Weight and Serum Lipid Levels. *Brit. Med. J.*, 23, 1966, s. 208—210.
28. Roe, J. H., Kuether, C. A.: The determination of ascorbic acid in whole blood and urine through the 2,4-dinitrophenylhydrazine derivative of the dehydroascorbic acid. *J. biol. Chem.*, 147, 1943, s. 399—407.
29. Schlesinger, B. S.: Influences of exercise and diet on the blood lipids of a military population. *Military Med.*, 123, 1958, s. 274—278.
30. Skinner, J. S., Holloczy, J. O., Toro, G., Barry, A. J., Cureton, T. K.: Effects of a six-month program of endurance exercise on work tolerance, serum lipids and ULF-ballistocardiograms of fifteen middle-aged men. In *Karvonen, M. J., Barry, A. J.: Physical activity and the heart. Proceedings of a Symposium Helsinki, Finland, Ch. C. Thomas, Springfield 1967*.
31. Spittle, C. R.: Atherosclerosis and vitamin C. *The Lancet*, 11, 1971, s. 1280—1281.
32. Strauzenberg, S. E., Clausnitzer, H.: Beitrag zur Beeinflussung des Serumcholesterolspiegels durch Körperübungen und Sport. *Med. u. Sport*, 12, 1972, s. 239—241.
33. Turpeinen, O., Karvonen, M. J., Roine, P.: Dietary Prevention of Coronary Heart Disease. *Proceedings of the Seventh International Congress of Nutrition, Hamburg, 1966*, s. 361—363.
34. Vlk, Z., Perlín, C.: Der Einfluss der Sättigung mit Vitamin C auf die körperliche Leistungsfähigkeit. *Med. u. Sport*, 13, 1973, s. 171—173.
35. Zajcev, N. F., Mjasnikov, L. A., Sheikman, M. B.: *Kardologia*, 4, 1964, s. 30—38.
36. Zauner, CH. W., Sterling, L. F. et al.: Relationship among fitness parameters body composition, age, habitual activity and postprandial lipemia. *Med. Sc. Sports*, 3, 1971, s. 118—121.