

613.21:356.33:312.6

VLIV PROTEINOENERGETICKÉ MALNUTRICE NA UKAZATELE STAVU ORGANISMU

Pplk. MUDr. Karel MARTINÍK, CSc., ing. Libuše OPLTOVÁ, mjr. MUDr. Jiří ZELENÝ, mjr. MUDr. Peter BEDNARČÍK, MUDr. Miloslava HORSKÁ, CSc.

Vojenský lékařský výzkumný a doškolovací ústav J. E. Purkyně, Hradec Králové (náčelník: plk. doc. MUDr. Pavel Kuna, DrSc.)

Jedním z hlavních úkolů hygienické praxe v ČSLA je studium vlivu životních a pracovních podmínek na kolektiv s cílem dát vědecky zdůvodněné podklady pro ochranu zdraví, upevňování výkonnosti, zdatnosti a odolnosti jedince. Nová koncepce hygieny klade do popředí důraz na komplexní přístup k detekci změn organismu při působení málo intenzivních faktorů zevního prostředí. Tyto se výrazně podílejí na ovlivnění adaptačních mechanismů. V podmínkách ČSLA je nutné se orientovat na faktory, které působí na bojeschopnost vojsk. V různých etapách bojové činnosti musíme počítat s podáváním nízkoproteinových stravních dávek, často s bíkovinnou depri-

vací. Nalezení hranice, kdy ještě nedochází k narušení výkonnosti, praceschopnosti a obranyschopnosti organismu, je z hlediska praxe nezbytné.

Uvedenou problematikou se zabývá naše pracoviště řadu let (13, 15). Již v polovině 70. let jsme ověřovali reakci organismu na podání stravní dávky se sníženým přívodem energie. Na základě výsledků těchto experimentů bylo formulováno doporučení pro konstrukci nových nízkoproteinových a speciálních stravních dávek pro potřebu ČSLA. Na počátku 80. let jsme se experimentálně zabývali monitorováním vlivu konzumace nízkoproteinových stravních

dávek na homeostázu organismu. Důraz byl kladen především na možnosti detekce vzniklých změn pomocí biochemických parametrů.

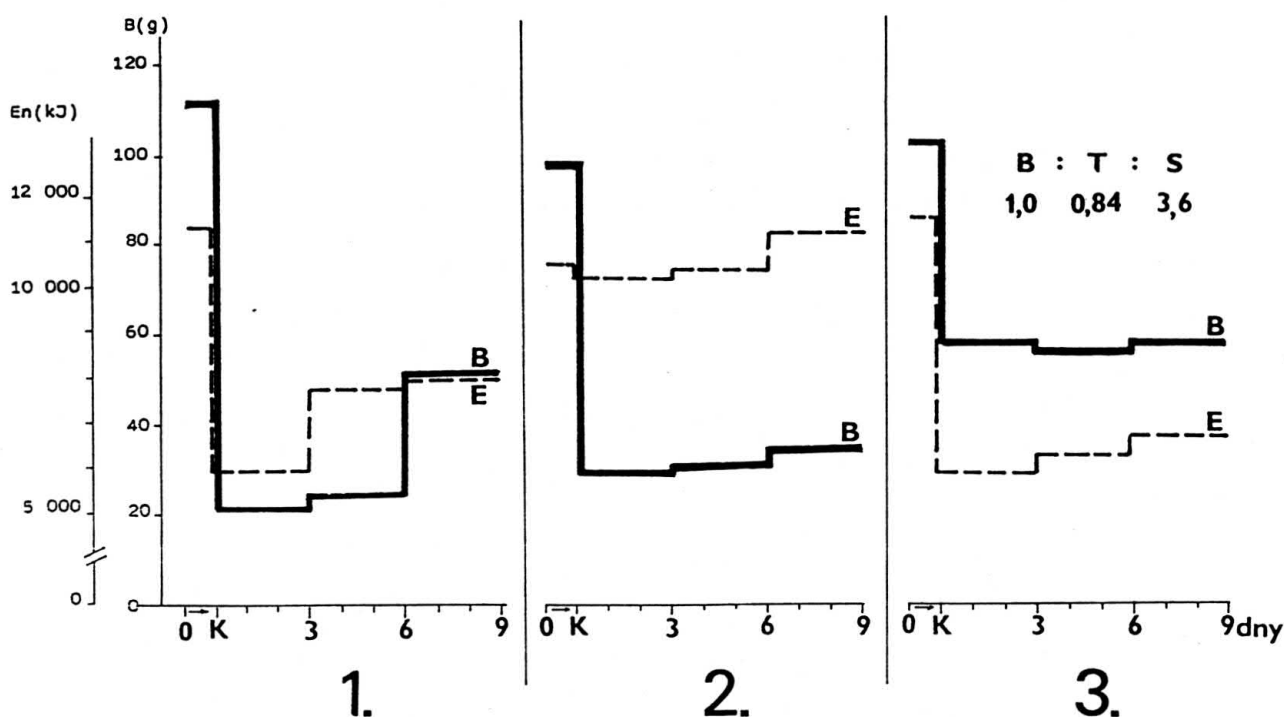
Při formulování cílů této práce jsme vycházeli z rozboru výsledků uvedených experimentů. Byly tak vytvořeny podmínky pro podstatné rozšíření palety metodik ke stanovení těch biochemických parametrů, které citlivě odrážejí stav organismu již v počáteční fázi energetické nebo proteinové deprivace. Do tohoto souboru metodik byly zařazeny i parametry humorální a buněčné imunity. Jejich sledování ve vztahu k nízkoproteinové výživě bylo hlavním problémem řešeným v současné etapě výzkumné práce, kdy jsme v laboratorních podmínkách monitorovali odezvu homeostázy organismu při změnách energetické a proteinové hodnoty podávaných stravních dávek. V první řadě jsme soustředili pozornost na změny vybraných biochemických, fyziologických a antropologických ukazatelů stavu organismu při modelovém sníženém přívodu bílkovin v energeticky adekvátní stravě pokusných osob. Za druhé jsme sledovali změny vybraných biochemických, fyziologických a antropometrických ukazatelů stavu organismu pokusných osob při konzumaci modelované nouzové stravní dávky se sníženou energetickou i biologickou hodnotou.

Cíle této etapy výzkumné práce byly stanoveny následovně:

- na základě získaných výsledků určit, zda modelované změny energetické a biologické hodnoty potravy mohou ovlivnit bojeschopnost vojsk;
- z biochemických, antropometrických a imunologických parametrů i ukazatelů fyzické práce schopnosti vybrat citlivé indikátory, které umožní včasnou detekci nežádoucích změn homeostázy organismu a tím i včasný organizační zásah, který by eliminoval nebo alespoň zmírnil negativní vliv nouzového stravování na bojeschopnost vojsk.

Metodika

Ke splnění stanovených cílů experimentální práce byly zorganizovány 3 modelové pokusy, které trvaly vždy 10 dnů. U 5 zdravých vojáků základní služby (19–22 let) byla hodnocena odezva organismu při změně energetického a proteinového příjmu. Všechny experimenty měly jednotné schéma, kdy 1. den byl uveden jako kontrolní, další období se dělilo do tří 3denních etap (graf 1).



Graf 1 Organizace pokusů, obsah bílkovin ve stravě a energetická hodnota stravy v pokusech

Během 1. modelového pokusu jsme sledovali odezvu organismu na snížený příjem bílkovin a energie v celodenních stravních dávkách. Strava v I. etapě obsahovala 22,3 g bílkovin při energetickém příjmu 5962 kJ, ve II. etapě 24,6 g bílkovin při energetickém příjmu 7758 kJ, ve III. etapě 51,5 g bílkovin při energetickém příjmu 7867 kJ. Rozdíl mezi energetickým příjmem a výdejem činil u pokusných osob v průměru 5100, 3200 a 3200 kJ.

2. modelový pokus byl koncipován tak, abychom zjistili reakci organismu pokusných osob na nízkobílkovinnou dietu. Podávali jsme stravu s obsahem 30 g bílkovin/den při energetickém příjmu 10 500 kJ. V tomto pokusu byla energetická bilance během všech etap vyrovnaná.

Ve 3. modelovém pokusu byla po prvním kontrolním dnu snížena jak energetická hodnota stravní dávky, tak obsah bílkovin v ní. Energetický příjem byl 6500 kJ, příjem bílkovin 58 g/osoba/den po celou dobu trvání pokusu. Energetický deficit se v průběhu celého pokusu pohyboval kolem 4500 kJ za den. Ve 2. pokusu byl tedy proměnnou veličinou pouze příjem bílkovin a energetická hodnota stravy byla udržována na konstantní úrovni, ve 3. pokusu se měnily oba uvedené parametry. Aby bylo možné srovnávat výsledky obou pokusů, bylo jak snížení přívodu bílkovin ve 2. pokusu, tak i souběžné snížení příjmu bílkovin a energetické hodnoty stravy ve 3. pokusu udržováno po celých 9 dnů.

V pokusech jsme použili následující metodiky (16, 20):

1. rozbor celodenní stravy,
2. analýza moče (pH, celkový dusík, močovina, minerální, kreatinin, sírany, kvalitativní detekce ketonů),
3. analýza krve (celková bílkovina séra, hemoglobin, tyroxin, trijodtyronin, transferin, prealbumin, ceruloplazmin, C₃ – složka komplementu, bílkovinné frakce séra, glykémie, minerální, imunoglobuliny, fagocytární aktivita periferních krevních leukocytů, standardní hematologické vyšetření krve, test blastické transformace, cytochemický průkaz enzymů),
4. antropometrické metody,
5. spiroergometrie na běhátku a na bicyklu,
6. ortoklinostatické vyšetření,
7. objektivizace aktuálních subjektivních pocitů – administrace testu SUPOS,
8. statistické šetření bylo provedeno laboratoří lékařské kybernetiky VLVDÚ JEP v Hradci Králové.

Výsledky

V modelových pokusech, kde jedinou proměnnou byla přijímaná strava, jsme našli změny jen v některých antropometrických, biochemických a fyziolo-

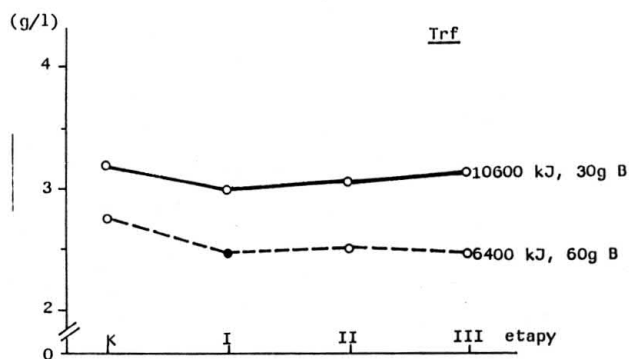
gických ukazatelích, které byly použity při sledování homeostázy pokusných osob.

Fyzická zdatnost a výkonnost v průběhu všech experimentů nebyla ovlivněna. Nebyl narušen ani proces adaptace na pracovní zátěž.

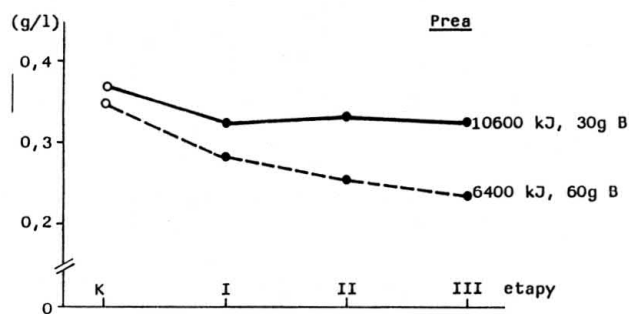
Hodnocením psychologických dotazníků SAN DOSKIN a SUPOS nebyly nalezeny změny, které by ukázaly na posun v subjektivních pocitech probandů.

Ve všech třech pokusech jsme našli především statisticky významný pokles tělesné hmotnosti souboru. V 1. pokusu se snížila o 3,6 %, ve 2. pokusu o 1,6 procent a ve 3. pokusu o 3,8 %. Přitom energetická bilance pokusných osob se v 1. pokusu pohybovala mezi -6130 kJ až -4300 kJ, ve 2. pokusu byla vyrovnaná a ve 3. pokusu činila v průměru -5910 kJ/den. Se změnami tělesné hmotnosti a energetickou bilancí souvisí i změny ve vodním a minerálním hospodářství.

Ve všech pokusech bylo nalezeno snížené vylučování dusíku v moči jako odpověď organismu na snížený příjem bílkovin. Dusíková bilance – ukazatel změn v metabolismu proteinů – závisí nejen na přívodu dusíku potravou, ale i na energetické hodnotě stravy, což bylo potvrzeno i v našich sledováních.

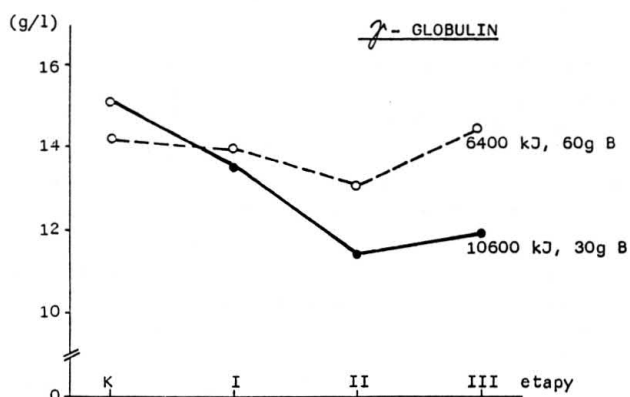


Graf 2 Koncentrace transferinu v séru – 2. a 3. pokus

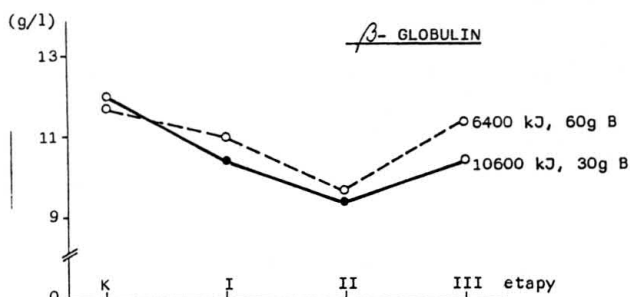


Graf 3 Koncentrace prealbuminu v séru – 2. a 3. pokus

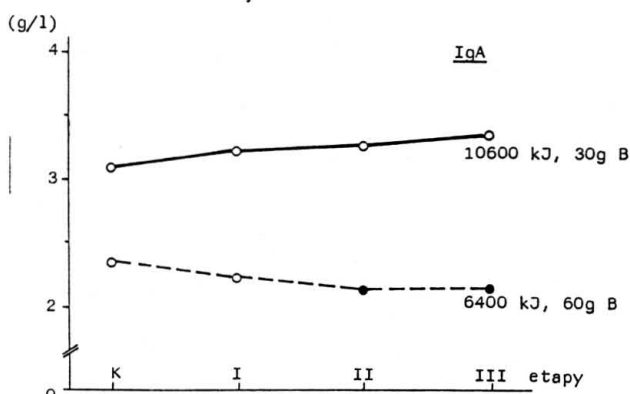
Další biochemické parametry související s metabolismem bílkovin doplňují výše uvedené nálezy. Na změny v přísunu bílkovin poměrně citlivě reagovaly hladiny transferinu a prealbuminu (graf 2, 3) i hladiny gama a beta frakce bílkoviny séra (graf 4, 5), zejména v počáteční fázi všech tří pokusů. Hematologické parametry se ve všech pokusech měnily pouze v rozsahu tzv. normálních hodnot.



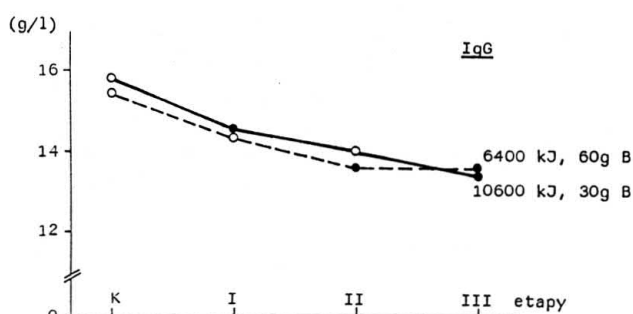
Graf 4 Koncentrace gamaglobulinu v séru – 2. a 3. pokus



Graf 5 Koncentrace betaglobulinu v séru – 2. a 3. pokus



Graf 6 Koncentrace imunoglobulinu A v séru – 2. a 3. pokus



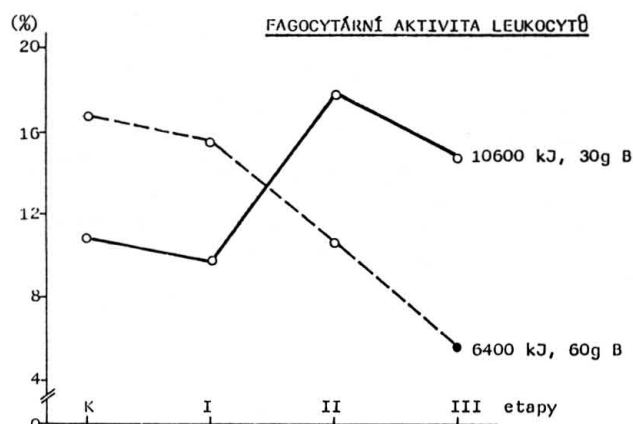
Graf 7 Koncentrace imunoglobulinu G v séru – 2. a 3. pokus

Na snížený přívod energie ve stravních dávkách 1. a 3. pokusu reagovaly i hladiny glykémie a koncentrace ketolátů v moči, zejména v počátečních fázích obou pokusů.

Také pokles koncentrací imunoglobulinů A a G v séru v průběhu těchto pokusů byl výraznější než ve 2. pokusu s nízkobílkovinnou dietou (grafy 6, 7).

Změny fagocytární aktivity leukocytů ve 2. pokusu nebyly statisticky významné, zatímco v závěru 3. pokusu při proteinoenergetické deprivaci byl zaznamenán statisticky významný pokles této aktivity (graf 8).

Výsledky naměřené v 1. pokusu byly použity pro testování závislosti koncentrace vybraných biochemických parametrů v krvi a moči na energetické a biologické hodnotě stravy. Tato regresní analýza prokázala, že koeficient N_k/N_u je nejtěsněji vázán na energetický přínos bílkovin ve stravní dávce, vylučování síranů v moči je závislé na množství bílkovin ve stravě a jejich energetickém přínosu, koncentrace celkové bílkoviny v séru nejtěsněji závisí na energetickém přínosu bílkovin ze stravy, koncentrace beta frakce globulinů je závislá především na obsahu bílkovin ve stravě a koncentrace imunoglobulinu G koreluje podle údajů korelační matice nejtěsněji s obsahem bílkovin ve stravě. Glykémie závisela jak na energetické hodnotě podávané stravy, tak i na utili- zaci bílkovin.



Graf 8 Fagocytární aktivita leukocytů – 2. a 3. pokus

Regresní analýza neprokázala statisticky významnou závislost mezi energetickou a biologickou hodnotou stravy jako nezávisle proměnnou a počtem leukocytů v 1 litru krve či počtem fagocytujících hema-častic jako závisle proměnnými.

Diskuse

Pro splnění cílů výzkumného úkolu byly koncipovány a provedeny tři modelové pokusy, z nichž první se svými vstupními parametry od zbývajících dvou zásadně odlišuje: strava podávaná v průběhu tohoto pokusu zajišťovala v každé etapě jinou úroveň příjmu energie a jiný příjem bílkovin. Pro posouzení reakce organismu na podmínky takto koncipovaného pokusu byly statisticky vyhodnoceny výsledky stanovení všech parametrů, ale statisticky významné změny hodnot byly v průběhu pokusu nalezeny jen u některých parametrů. A právě koncepce 1. modelového pokusu, tj. proměnný příjem energie i bílkovin v jeho průběhu, umožnila v další části použít nový metodický přístup ke statistickému hodnocení experimentálních výsledků. Pomocí regresní analýzy mělo být statisticky prokázáno, zda změny vybraných biochemických parametrů jsou závislé pouze na změnách příjmu energie, nebo zda rozhodující podíl na nich mají pouze změny přívodu bílkovin, popřípadě zda tyto změny biochemických parametrů závisí na obou jmenovaných faktorech.

Výsledky regresní analýzy potvrdily některé souvislosti mezi metabolismem bílkovin a energií. Hodnoty biochemických parametrů, které jsou považovány za ukazatele saturace organismu proteiny, závisí totiž podle výsledků této analýzy nejen na příjmu bílkovin potravou, ale také na její energetické hodnotě. Tento fakt je třeba vzít v úvahu při interpretaci výsledků sledování proteinové výživy, zejména když je nedostatek bílkovin ve stravě sledovaného souboru spojen s nedostatečným přívodem energie.

Koncepce zbývajících dvou modelových pokusů se zásadně lišily od koncepce prvního pokusu, ale oba měly jeden společný záměr – modelovat dlouhodobou deprivaci jednoho nebo obou sledovaných nutrientů.

Změny energetické a biologické hodnoty stravy se odrazily především ve změnách antropometrických ukazatelů: v poklesu tělesné hmotnosti a procentuálního zastoupení tukové tkáně v organismu. S tím souvisely i změny ve vodním a minerálním hospodářství, podobně jako v našich předešlých experimentech a v souladu s literaturou (1, 2, 3, 10, 12, 13).

Změny dusíkové bilance a koeficientu N_k/N_u ve shodě s literaturou (4, 10, 12, 19) citlivě odrážely nedostatečný přívod bílkovin i energie v potravě, zejména v počáteční fázi obou pokusů. Vyrovnání dusíkové bilance bylo pozorováno již v 5. dnu u 3. pokusu a v 7. dnu u 2. pokusu. V souladu s literárními nálezy (17, 18, 19) jsou změny koncentrace beta a gama frakce bílkoviny séra, koncentrace transferinu a prealbuminu v séru i koncentrace síranů v moči.

Psychologické parametry sledované dotazníky SU-POS a SAN DOSKIN nám dovolují usuzovat, že u probandů nedošlo k posunu subjektivních pocitů a postojů. Uniformní odpovědi mohou vést k názoru, zda testy, administrované denně, nenavodily určitý systém stereotypního vzorce odpovědí.

Proteinoenergetická malnutrice má vliv na koncentraci sérových imunoglobulinů (5, 6, 7, 8, 9, 11). Důsledkem sníženého příjmu aminokyselin v dietě je narušení syntézy nukleových kyselin, limitující proliferaci schopnost buněčných populací při odpovědi na antigenní stimul a snížení tvorby imunoglobulinů. U osob s chronickou proteinoenergetickou malnutricí byly nalezeny zvýšené hladiny IgM, IgA, IgG; k největšímu zvýšení dochází u sérového IgA (7, 8, 9). Vzestup všech tříd Ig je nejčastěji způsoben trvalou expozicí infekčním vlivům. Avšak při krátkodobé proteinoenergetické malnutrici je popisováno snížení koncentrací všech tříd Ig (5). Rozdílný pokles koncentrací popisovaný v pracích různých autorů (5, 6, 7, 8, 9, 11, 14) závisí tedy na délce a hloubce proteinoenergetického deficitu v konkrétním experimentu. Při úplném třídenním hladovění neprokázal Neuvoenen (14) významné změny koncentrace IgG, IgM, IgA v séru, proto soudí, že třídenní hladovění má na humorální imunitní odpověď minimální efekt.

Závěry

Byly provedeny 3 modelové pokusy, ve kterých byly vojákům základní služby po 9 dnů podávány přesně definované stravní dávky. V průběhu 1. experimentu byla vždy po 3 dnech měněna energetická a biologická hodnota stravy proto, aby bylo možno testovat rychlost a citlivost odezvy vybraných biochemických parametrů na změny v nutričním režimu. Ve 2. experimentu byly podávány celodenní stravní dávky, které energeticky kryly výdej pokusných osob, ale měly snížený obsah bílkovin po celých 9 dní trvání pokusu. 3. experiment byl uspořádán tak, aby se co nejvíce blížil podmínkám vojenské praxe – byla modelována a prověřována tzv. nouzová stravní dávka.

Koncepce 1. experimentu umožnila, aby v konečné fázi byly testovány závislosti vybraných biochemických parametrů (závisle proměnné) na třech nezávisle proměnných (obsah bílkovin ve stravě, energetický podíl bílkovin a energetická hodnota stravy) metodou regresní analýzy.

Nízkobílkovinná stravní dávka 2. experimentu byla vytvořena ze základních potravin rostlinného původu. Konzumace této stravní dávky nevyvolala v průběhu 9 dnů u pokusných osob žádné závažné změny v homeostáze organismu, jejich pracovní výkonnost také nebyla narušena. Dusíková bilance organismu se vyrovnala po 7 dnech konzumace této dávky, ketonurie nebyla v průběhu celého pokusu zaznamenána. Tyto výsledky nás opravňují k předpokladu, že organismus při dostatečném přívodu energie (především ze sacharidů) je schopen eliminovat negativní působení krátkodobého sníženého přívodu bílkovin potra-

vou. Nouzová stravní dávka pro 3. experiment byla modelována na základě výsledků našich předešlých prací s obdobnými dávkami: zachovali jsme jejich energetickou hodnotu, která představuje 39 % přívodu energie doporučeného ve stravní dávce 1. Úpravou poměru základních živin v podávané stravě jsme chtěli eliminovat některé negativní nálezy z předešlých studií, především snížit ztráty dusíku z organismu a zabránit vysoké ketonurii pokusných osob. Obsah bílkovin jsme zachovali na přibližně stejné úrovni, ale zvýšili jsme obsah sacharidů na úkor tuků. Výsledky 3. experimentu dokumentují snižování ztrát dusíku z organismu již po 5 dnech a vyrovnaní dusíkové bilance po 7 dnech nízkenergetické výživy. Zároveň klesla i ketonurie až k nulovým hodnotám. Tyto nálezy nás opravňují k předpokladu, že vyrovnaný poměr základních živin v podávané stravě byl jedním z hlavních faktorů, který ve srovnání s našimi předešlými pracemi příznivě ovlivnil homeostázu organismu v daných pokusných podmínkách. Nebyla narušena pracovní výkonnost pokusných osob, je tedy možno předpokládat, že použití obdobné stravní dávky ve vojsku by nenarušilo bojeschopnost vojáků.

V předpisu pro nouzové stravování vojsk je doporučena stravní dávka, jejíž energetickou hodnotu kryjí bílkoviny z 8 až 10 %, tuky z 35 až 45 % a sacharidy ze 45 až 57 %, přičemž denní energetický deficit může činit 8400 až 10 500 kJ po dobu 14 dní. Na základě našich experimentů doporučujeme, aby v uvedeném předpise byly provedeny tyto změny parametrů nouzové stravní dávky: energetický přínos bílkovin k její celkové energetické hodnotě zvýšit na 15 % a energetický přínos tuků snížit až na 29 %. Energetický podíl sacharidů by se za těchto podmínek měl pohybovat kolem 56 %, tedy na horní hranici rozmezí doporučovaného dosavadním předpisem.

Na základě našich experimentů je možno uvažovat i o možnostech pro naplnění doporučené energetické a biologické hodnoty nouzové stravní dávky dostupnými potravinami.

Při nouzovém stravování je z hlediska udržení bojeschopnosti vojáka velmi důležité stanovit správný režim práce a odpočinku: práci je třeba rovnoměrně rozložit do celého dne, je nutné zamezit dlouhodobým fyzickým výkonům a častěji zařadit přestávky na odpočinek.

Z výsledků pokusů vyplývá, že při devítidenním příjmu nízkobílkovinné a nízkenergetické stravní dávky při nezmenšeném energetickém výdeji nedošlo k výraznějšímu narušení stavu imunity organismu. Všechny změny ukazatelů stavu imunity se pohybovaly v pásmu fyziologických hodnot zdravých osob, i když některé z nich byly statisticky významné. Je možné předpokládat, že při časově omezeném nouzovém stravování by nebyla podstatně narušena imunitní schopnost organismu. Trendy a změny nalezené při sledování imunologických parametrů však vyžadují další výzkum této problematiky se zaměřením na zkoumání vlivu nedostatečné výživy na obranyschopnost organismu.

Souhrn

Autoři uvádějí výsledky tří modelových pokusů, v nichž 5 zdravých osob přijímalo 9 dnů přesně definovanou deficitní stravu při denním energetickém výdeji 12 000 kJ. Závislosti vybraných biochemických ukazatelů stavu organismu na energetické a biologické hodnotě přijímané stravy byly testovány metodou regresní analýzy.

Výsledky experimentů dokumentují, že časově omezené použití nízkenergetické, popř. nízkobílkovinné dávky ve vojsku by nenarušilo bojeschopnost vojáků. Na základě výsledků experimentů doporučují autoři některé změny v předpisech pro nouzové stravování vojsk.

Literatura

1. ANDĚL, M. - BRODAN, V. - SLABOCHOVÁ, Z. - VONDRA, K.: Metabolické důsledky úplného hladovění. *Prakt. Lék.*, 66, 1985, č. 5, s. 170-174.
2. CAHILL, C. F.: Starvation in man. *Clin. Endocrin. Metab.*, 5, 1976, č. 2, s. 397-415.
3. CONSOLAZIO, C. F. - MATOUSH, L. O. - JOHNSON, H. L. - KRZYWICKI, H. J. - ISSAC, G. J. - WITT, N. F.: Metabolic aspects of calorie restriction: hypohydration effects on body weight and blood parameters. *Amer. J. clin. Nutr.*, 21, 1968, č. 8, s. 793-802.
4. CONSOLAZIO, C. F. - MATOUSH, L. O. - JOHNSON, H. L. - KRZYWICKI, H. J. - ISAAC, G. J. - WITT, N. F.: Metabolic aspects of calorie restriction: nitrogen and mineral balances and vitamin excretion. *Amer. J. clin. Nutr.*, 23, 1968, č. 8, s. 803-812.
5. DIONIGI, R.: Immunological factors in nutritional assessment. *Proc. Nutr. Soc.*, 41, 1982, s. 335-371.
6. CHANDRA, R. K.: Immunoglobulins and antibody Response in Protein Calorie Malnutrition - A review. In: *Malnutrition and The Immune Response*. New York. Raven Press 1977. 155 s.
7. CHANDRA, R. K.: Immunocompetence as a functional index of nutritional status. *Brit. Med. Bull.*, 37, 1981, č. 1, s. 89-95.
8. CHANDRA, R. K. - TEJPAN, S.: Diet and immunocompetence. *Int. J. Immunopharmac.*, 5, 1983, č. 3, s. 175-180.
9. CHANDRA, R. K.: Nutrition and immune response. *Can. J. Phys. Pharm.*, 61, 1983, č. 3, s. 290-294.
10. JOHNSON, H. J. et al: Metabolic aspects of caloric restriction: nutrient balances with 500-9200 calorie intakes. *Amer. J. clin. Nutr.*, 24, 1971, č. 8, s. 915-923.
11. KÁBRT, J. - HODINÁŘ, A. - MAŠEK, Z. - DOHNALOVÁ, J.: Hodnocení stavu výživy užitím antropometrických a biochemických ukazatelů a testů buněčné imunity. *Čas. Lék. čes.*, 124, 1985, č. 8, s. 237-241.
12. KRZYWICKI, H. J. - CONSOLAZIO, C. F. - MATOUSH, L. O. - JOHNSON, H. J. - WITT, N. F.: Metabolic aspects of caloric restriction (420 kcal): body composition changes. *Amer. J. clin. Nutr.*, 25, 1972, č. 1, s. 67-73.
13. LONSKÝ, V. - OPLTOVÁ, L. - ZADÁK, Z.: Subkalorická stravní dávka. [Závěrečná zpráva]. Hradec Králové. VLVDÚ JEP 1975.
14. NEUVONEN, P. T. - SALO, M.: Effects of short-term starvation in the immune response. *Nutr. Res.*, 4, 1984, s. 771 až 776.
15. OPLTOVÁ, L. - MASLOWSKÁ, H. - LONSKÝ, V. - MEŠKO, A.: Možnosti využití biochemických metodik pro hodnocení úrovně výživy vojsk. [Závěrečná zpráva]. Hradec Králové. VLVDÚ JEP 1983. 90 s.

16. OPLTOVÁ, L. – ZELENÝ, J. – MARTINÍK, K. – LESNÝ, M. – BEDNARČÍK, P. – HORSKÁ, M.: Vliv nízkooenergetické výživy na ukazatele organismu. [Závěrečná zpráva]. Hradec Králové, VLVDÚ JEP 1987.
17. POLÁČKOVÁ, M. – ZÍTKO, K. – KAZDA, A.: Proteiny s krátkým poločasem u nemocných v kritických stavech. Čas. Lék. čes., 122, 1983, č. 28, s. 891–893.
18. RANUM, P. M. – KIES, C. – FOX, H. M.: Effect of low nitrogen intake on serum transferrin of healthy human adults. Nutr. Rep. internat., 16, 1977, č. 4, s. 425–437.
19. YOUNG, G. A. – HILL, G. L.: Assessment of protein-calorie malnutrition in surgical patients from plasma proteins and anthropometric measurements. Amer. J. clin. Nutr., 31, 1978, s. 429–435.
20. ZELENÝ, J. – OPLTOVÁ, L. – HORSKÁ, M.: Změny vybraných imunologických parametrů při krátkodobém proteinoenergetickém deficitu. In: Sborník vědeckých prací VLVDÚ JEP Hradec Králové. 106. Hradec Králové 1988, s. 81.

Klíčová slova: Nízkooenergetické stravní dávky; Energetická a proteinová deprivace; Modelové pokusy.