

616.001.26/29—036.11—089.5—031.81

## EXPERIMENTÁLNÍ PŘÍSPĚVEK K VYUŽITELNOSTI ČTYŘ ZÁKLADNÍCH ZPŮSOBŮ CELKOVÉ ANESTÉZIE PŘI AKUTNÍ NEMOCI Z OZÁŘENÍ

Podplukovník doc. MUDr. Jiří POKORNÝ, CSc.  
anesteziologické oddělení Ústřední vojenské nemocnice v Praze

Doc. MUDr. Jan POSPÍŠIL, CSc.

Biofyzikální ústav FVL KU v Praze (přednosta prof. MUDr. Zd. Dienstbier, DrSc.)  
pracoviště: Veterinární výzkumné středisko v Praze

Této práci předcházelo zjišťování změn toxicity látek používaných v anesteziologii u ozářených pokusných zvířat (myši). Pro posouzení vhodnosti způsobu znečitlivění jsme považovali za nezbytné prověřit v pokusných podmínkách komplexní klinické anesteziologické postupy, především pak ty, které by byly nejspíše použitelné pro poskytování chirurgické pomoci u smíšených poškození. Předpokládaný hromadný výskyt raněných omezuje volbu způsobů znečitlivění na postupy jednoduché, přiměřeně účinné a za daných okolností nejbezpečnější (Pokorný, Pospíšil 1965).

K hodnocení různých způsobů celkové anestézie, odpovídajících způsobům běžně užívaným v klinické praxi, jsme zvolili jako pokusná zvířata psy. Ze všech dostupných pokusných zvířat se nám jevil pes nejvhodnějším vzhledem k svým hodnotám základních fyziologických funkcí (metabolické aktivity, dýchání a oběhu krevního), které jsou poměrně blízké hodnotám člověka. Vedle nejdůležitějších hledisek biologických má ovšem svůj význam i okolnost, že u psa lze snadno aplikovat nitrožilní a inhalační anestetika stejným způsobem jako v klinice. I posuzování hloubky anestézie a závažnosti nemoci z ozáření je u psa poměrně snadné. V předešlých studiích (Kolektiv autorů 1958) byly již dříve nashromážděny zkušenosti s nemocí z ozáření u psů, takže jsme z nich mohli v naší práci vycházet a o ně se opírat.

### Metodika

#### 1. Výběr psů pro pokus a jejich ošetření

K pokusu bylo použito psů kříženců o průměrné váze 30 kg a stáří 1—6 let. Psi byli před poku-

sem po dobu tří týdnů v karanténě, kde byli pravidelně klinicky a hematologicky sledováni. Psi, u kterých byly zjištěny odchylky od normálních fyziologických hodnot, nebyli do pokusu zařazeni. Krmení, ošetřování a ustájení psů bylo shodné jako v dřívější studii zabývající se akutní nemocí z ozáření u psů (kolektiv autorů 1958).

#### 2. Hematologická metodika

Vzhledem k tomu, že hematologické sledování nebylo hlavní náplní této práce, byly pro kontrolu zjišťovány pouze hodnoty hematokritu a počet bílých krvinek. Použitá metodika a způsob hodnocení dynamiky změn v periferní krvi jsou uvedeny v předešlém sdělení (kolektiv autorů 1958).

#### 3. Metodika ozařování

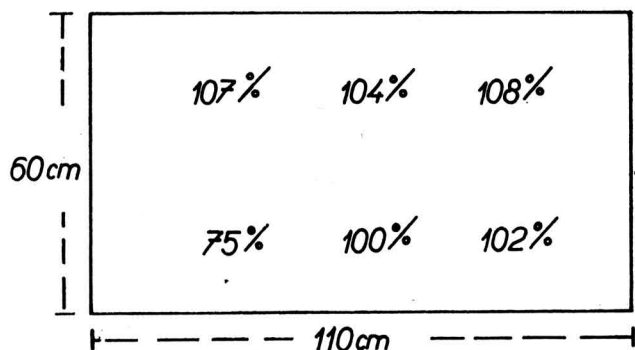
Psi byli ozařováni ve speciálním ozařovacím zařízení, kde zdrojem záření je  $^{60}\text{Co}$ . Zjištění rozložení dávek záření v ozařovacím zařízení bylo provedeno pomocí standardního dozimetru „Victoren“ a kontrolováno skleněnou dozimetrií (provedl dr. Spurný, Ústav jaderného výzkumu ČSAV v Praze). Vzhledem ke známému poločasu  $^{60}\text{Co}$  byl nutno původní dobu ozařování prodlužovat. Při počátečním měření byla stanovena dávka 100 r za 33 minut. Homogenita ozařovacího pole je znázorněna v tabulce 1.

Úvodem vlastní studie bylo nutno se zabývat otázkou letálního účinku použitého způsobu celotělového ozařování psů a současně závislosti časového odstupu hynutí psů ode dne ozáření na dávce celotělového ozáření.

To bylo provedeno na čtyřech skupinách psů (tabulka 2).

Při použití metody určení poloviční smrtné dávky uvedené Rothem bylo vypočítáno LD 50/30 u psů po celotělovém ozáření  $^{60}\text{Co}$  dávkou 300 r.

Tab. 1  
Rozložení dávek záření v ozařovacím poli



Zdroj záření  $^{60}\text{Co}$   
Měření provedeno dozimetrem Victoren a skleněnou dozimetrií.

Při porovnání zjištění LD 50/30 není vzhledem k údajům jiných autorů podstatný rozdíl, jak je zřejmé z tabulky 3.

#### 4. Anesteziologická metodika

V základních skupinách po 6–12 jedincích (tabulka 4) (s příslušnými kontrolami) byly postupně ověřovány čtyři anesteziologické postupy, z nich 2 nitrožilní a 2 inhalační:

I. **Thiopental** 5%, 15 mg na kg váhy, podávaný nitrožilně poměrně rychlým vstříkem (30–60 vt.). Tento způsob je běžným úvodem do celkové anestézie. Zvolená dávka způsobuje krátkodobou anestézii (3–10 min.) vhodnou k provedení velmi krátkých operací (náprava luxace, zlomeniny, incize abscesu, excize malé rány apod.).

II. **Thiopental** 5%, 15 mg na kg nitrožilně (viz I) jako úvod do nitrožilní anestézie směsí Thiopentalu-alkoholu podávanou kapénkovou infúzí. Anestézie byla udržována 60 min. v hloubce potřebné pro chirurgický výkon.

Složení směsi: Thiopentali 1,0 g  
Ethanoli 50,0 ml  
Sol. glucosae 5 % aq. 450,0 ml  
M. f. sol. steril. pro infusione

III. **Thiopental** 5%, 15 mg na kg váhy (viz I) jako úvod do inhalační anestézie ÉTEROVÉ. Anestézie byla vedena endotracheálně a podávána narkotizačním přístrojem DK, který je zaveden do zdravotnické výstroje armády. Zvolen byl polootevřený způsob inhalace. Vehikulum par anestetika byl vzduch. Kyslík nebyl do směsi přiváděn. Narkóza byla udržována 60 min. v hloubce potřebné pro chirurgický výkon.

Tab. 2

Skupina	Dávka celotělového ozáření v r	Počet psů ve skupině
1	100	8
2	300	14
3	400	14
4	600	20

Tabulka 3

Účinek rtg paprsků a paprsků gama u psů po celotělovém ozáření

Druh záření	Technické údaje	LD 50/30		Literární pramen	
		vzdušná dávka v r	absorb. dávka rad		
1	250 kvP paprsky x	0,5 mm Cu, 1,0 mm Al, PV 1,5 mm Cu, oboustr. ozář.	281	244	Bond, V. P., Corter, R. E., Robertson, H. S.: The effects of total body fast neutron irradiation in dogs. Rad. Res. 4, 1958: 139 až 153.
2	1000 kvP paprsky x	PV 2,0 mm Pb, oboustr. ozář.	304	250	Bond, V. P., Cronkite, E. P., Sondhaus, C. A.: The influence of exposure geometry on the pattern of radiation dose delivered to large. Rad. Res. 6, 1957: 554 až 572.
3	2000 kvP	PV 4,3 mm Pb, oboustr. ozář.	312	260	Cronkite, E. P., Brecher, G.: Protection effect of granulocytes in radiation injury. Ann. New York Acad. Sci. 59, 1955: 815–833.
4	1,17 Mev 50 % $^{60}\text{Co}$ 1,33 Mev 50 %	PV 5,1 mm Al, oboustr. ozář.	465	303	Shively, J. N., Michaelson, S. M., Howland, J. W.: The response of dogs to bilateral whole body $^{60}\text{Co}$ irradiation. USAEC Univ. of Rochester report U R 465, 1956.
5	250 kvP paprsky x	14,2 mm Parabolic filter, 0,5 mm Cu, PV 2,15 mm Cu (unilat. ex.)	450	322	viz 2.
6	Bomb gama	High energy and dose rate	271	250	Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atom. Rad. General Assembly Suppl. No. 16, New York 1962.

IV. **Thiopental** 5%, 15 mg na kg váhy (viz I) jako závod do inhalační anestézie **Trichloretylénem**. Rovněž v této skupině byla anestézie vedena polootevřeným způsobem endotracheálně a podávána narkotizačním přístrojem DK. Páry anestetika byly podávány ve směsi se vzduchem bez příměsí kyslíku. Anestézie byla udržována po dobu 60 minut v hloubce umožňující výkon.

Premedikace: Všechna zvířata byla premedikována nitrožilně atropinem v dávce 0,00015 až 0,00035 g.

Kontrola hloubky anestézie: Podle očních známek (zavřené třetí víčko, snížený až utlumený víčkový reflex, šíře zornic), podle svalového napětí, podle typu a frekvence dýchání a podle reakce na bolest.

Délka pokusné anestézie: Ve skupinách I podle vnímavosti na jednotnou dávku thiopentalu, ve skupinách II, III a IV byla udržována anestézie po dobu 60 minut v hloubce potřebné pro chirurgický výkon. Vzhledem k přetrvání účinku podaných anestetik po zastavení jejich přívodu trvala pokusná anestézie vždy déle než 1 hod. Za dobu

Tab. 4

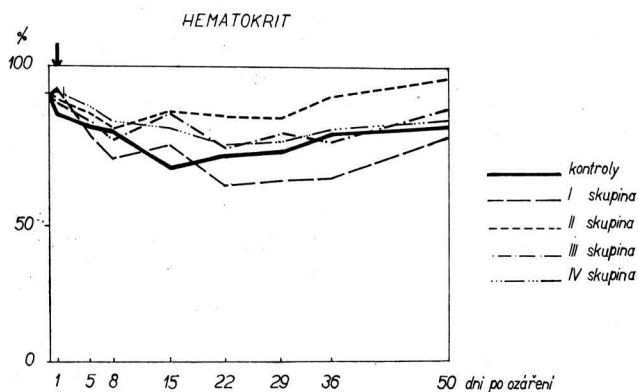
*Celková anestézie*  
Pokusná zvířata: psi

Označení pokusů	Druh pokusů	Počet psů v pokusu	Dávka ozáření v r	Uhynulo během 90 dní
I.—K	Thiopental — kontroly	6	0	0
I.—A	Thiopental — za 24 hod.	6	300	3
I.—B	Thiopental — za 7 dní	6	300	4
II.—K	Thiopental-alkohol — kontroly	6	0	0
II.—A	Thiopental-alkohol — za 24 hod.	6	300	5
II.—B	Thiopental-alkohol — za 7 dní	6	300	5
III.—K	Éter — kontroly	6	0	0
III.—A	Éter — za 24 hod.	12	300	6
III.—B	Éter — za 7 dní	12	300	6
IV.—K	Trichlóretylén — kontroly	6	0	0
IV.—A	Trichlóretylén — za 24 hod.	12	300	4
IV.—B	Trichlóretylén — za 7 dní	12	300	3
K	Kontroly	20	300	9

trvání anestézie jsme považovali čas od úvodu do první reakce na bolest.

Probouzení: Sledovali jsme, zda návrat k vědomí po pokusné anestézii probíhá klidně a zda výskyt projevů excitace odpovídá farmakologickým vlastnostem použité látky. Pojmeme „mírná excitace“ jsme názorně charakterizovali stavy mírné motorické aktivity (plovací nebo hrabavé po-

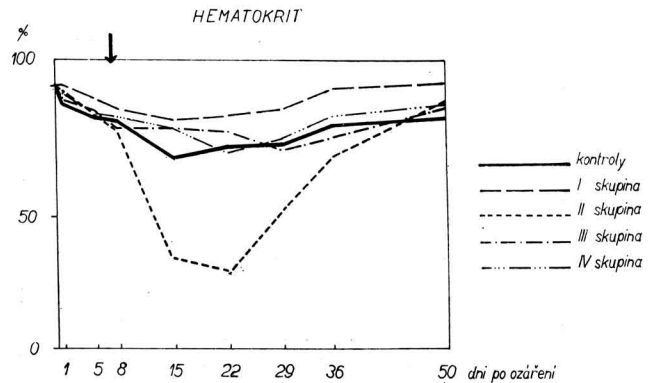
Graf 1



Průměrné hodnoty hematokritu u jednotlivých skupin psů

- I. skupina — Thiopental za 24 hodin
- II. skupina — Thiopental-alkohol za 24 hodin
- III. skupina — Éter za 24 hodin
- IV. skupina — Trichlóretylén za 24 hodin

Graf 2



Průměrné hodnoty hematokritu u jednotlivých skupin psů

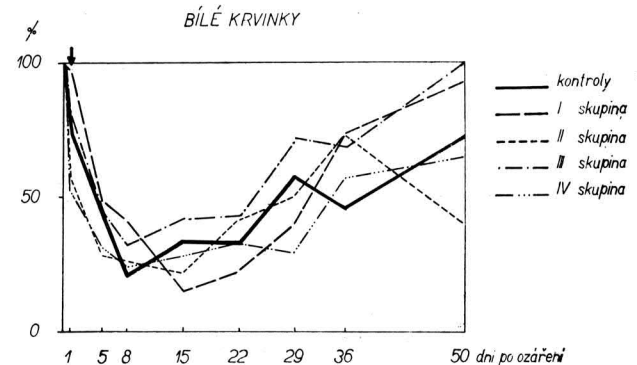
- I. skupina — Thiopental za 7 dní
- II. skupina — Thiopental-alkohol za 7 dní
- III. skupina — Éter za 7 dní
- IV. skupina — Trichlóretylén za 7 dní

hyby končetin, občasný kašel nebo ojedinělé nucení na zvracení)

Pojem „excitace“ zůstal vyhrazen pro všechny ostatní výraznější stavy poanestetického neklidu. Doba podání anestézie: Pokusná anestézie byla podávána jednak neozařeným psům (označení skupin: I—K, II—K, III—K, IV—K), jednak psům ozářeným střední smrtnou dávkou 300 r (LD 50/30), a to 24 hod. po ozáření (označení skupin: I—A, II—A, III—A, IV—A) a 7. den po označení skupin: I—B, II—B, III—B, IV—B). Poslední kontrolní skupina zahrnuje psy ozářené střední smrtnou dávkou 300 r (LD 50/30), kterým nebyla podána anestézie. Tato skupina je označena „K“. Doba oblužení: Byla určena časem od reakce zvířete na bolest po skončení pokusné anestézie po spontánní vztyk na všechny čtyři končetiny.

Hlavním kritériem pro posouzení vhodnosti zvolených anesteziologických postupů bylo pro nás ovlivnění úmrtnosti pokusných zvířat. Všechna zvířata byla sledována do 90. dne po ozáření.

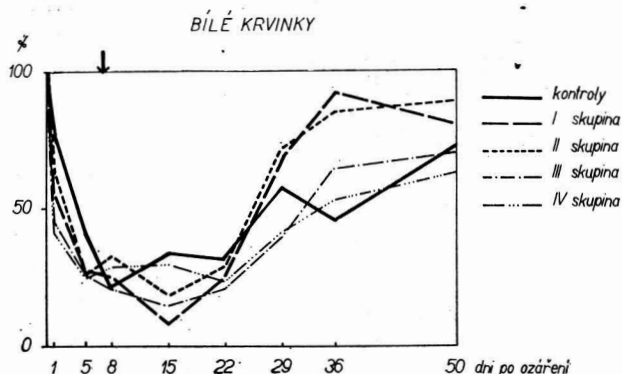
Graf 3



Průměrné hodnoty počtu bílých krvinek u jednotlivých skupin psů

- I. skupina — Thiopental za 24 hodin
- II. skupina — Thiopental-alkohol za 24 hodin
- III. skupina — Éter za 24 hodin
- IV. skupina — Trichlóretylén za 24 hodin

Graf 4



Průměrné hodnoty počtu bílých krvinek u jednotlivých skupin psů

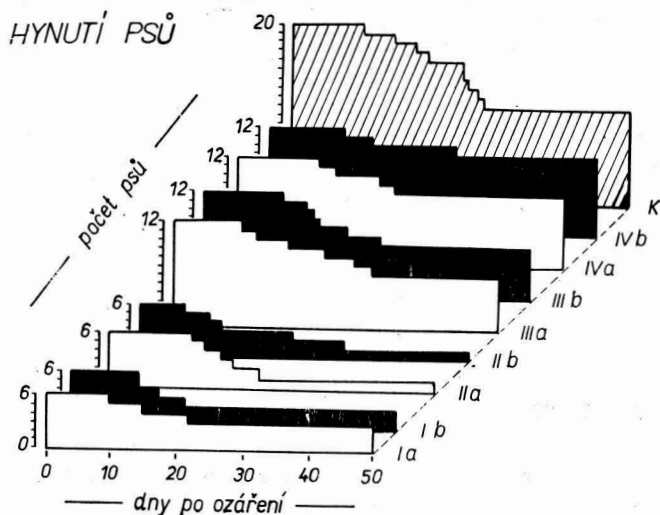
- I. skupina — Thiopental za 7 dní
- II. skupina — Thiopental-alkohol za 7 dní
- III. skupina — Éter za 7 dní
- IV. skupina — Trichlóretylén za 7 dní.

### Výsledky

Přežívání pokusných zvířat ve všech sledovaných skupinách je vyjádřeno na grafu 5 a v tabulce 4. Všechna zvířata byla sledována 90 dní po ozáření. Vzhledem k tomu, že v žádné skupině nedošlo ke změnám (uhynutí zvířete) v době od 50. do 90. dne, není tento interval na grafu zachycen.

Z rozboru grafu vyplývá přesvědčivě, že nejtoxičtější, a tudíž nejnebezpečnější je thiopental-alkoholová infúze. V obou skupinách přežil toliko jeden pes. V souladu s tím je i nápadný pokles hematokritu ve skupině II—B (anestézie thiopental-alkoholová, provedená 7. den po ozáře-

Graf 5



Grafické znázornění hynutí psů v jednotlivých skupinách

- I a — Thiopental za 24 hodin
- I b — Thiopental za 7 dní
- II a — Thiopental-alkohol za 24 hodin
- II b — Thiopental-alkohol za 7 dní
- III a — Éter za 24 hodin
- III b — Éter za 7 dní
- IV a — Trichlóretylén za 24 hodin
- IV b — Trichlóretylén za 7 dní
- K — kontrolní skupina psů pouze ozářených

ní) (graf 2) v období mezi 15. a 22. dnem. Na druhém místě je skupina první — prostá nitrožilní thiopentalová anestézie. Dosažené výsledky se neliší významně od mortality ve skupině kontrolní. Podobné výsledky jsou též ve skupině III — inhalační éterové anestézie.

Ve skupině IV — inhalační anestézie trichlóretylénem — jsme dosáhli překvapivě dobrých výsledků. Úmrtnost zvířat byla dokonce nižší než ve skupině kontrolní.

Všeobecně jsme pozorovali, že anestézie podaná 7. den po ozáření je nebezpečnější. Úvody do anestézie byly obtížnější, častěji jsme pozorovali známky excitace během probouzení, některá zvířata jevila klinicky rezistenci na anestetika. Hodnoty hematokritu (graf 1 a 2) a počet bílých krvinek (graf 3 a 4) u jednotlivých skupin se podstatně nelišily, s výjimkou hodnot hematokritu u skupiny II—B.

### Diskuse

Metodika našich pokusů je zaměřena na získání výsledků využitelných v klinické anesteziologii při hromadném výskytu raněných. Proto jsme zatěžovali pokusná zvířata anestéziemi, které přicházejí v úvahu v polních podmínkách. Doba 24 hod. po ozáření odpovídá době první odborné pomoci raněným, která má být definitivní. Horší výsledky ve skupinách, kde byla podávána anestézie 7. den po ozáření, jsou projevem velkého oslabení organismu rozvinutou nemocí z ozáření. Při současném poranění by zátěž a ohrožení raněného byly ještě větší. Naše výsledky považujeme za další zdůvodnění požadavku válečných chirurgů, že raněným se má dostat definitivního chirurgického ošetření co nejdříve po poranění. Špatné výsledky s thiopental-alkoholovou infúzí jsou způsobeny velmi pravděpodobně toxickým působením větší dávky thiopentalu a nitrožilně podaného alkoholu. Dlouhotrvající pooperační útlum raněných činí tento způsob anestézie v poli málo vhodným a nebezpečným, protože ranění v déle trvajícím bezvědomí vyžadují náročnější dohled než ranění při vědomí. Horší hojení ran po thiopental-alkoholové anestézii, zaznamenané Pflugem (1962), mluví rovněž proti tomuto způsobu znecitlivění.

V další práci zaměřené k napodobení skutečných klinických podmínek budeme ozářená zvířata standardně zraňovat a během pokusné anestézie provedeme chirurgické ošetření rány. Porovnání výsledků umožní posoudit izolovaně vliv anestézie a traumatické i operační zátěže na ozářený organismus. Cílem našeho pracovního úsilí je prověření dostupných způsobů znecitlivění a nalezení nejvhodnějšího postupu pro chirurgické ošetřování raněných, zasažených ionizujícím zářením.

### Závěr

Z výsledků naší pokusné práce a v souladu s údaji v písemnictví považujeme za možné for-

mulovat pro klinickou anesteziologii tyto předběžné závěry:

1. Thiopental je vhodným prostředkem pro úvod do celkové anestézie i u radiologických mixtů. Je třeba podat jen nejnižší účinnou dávkou (0,25 g—0,5 g) a vyhnout se opakovanému podávání.
2. Éterová a trichlóretylénová inhalační anestézie u trvání 60—75 minut nezhoršuje průběh akutní nemoci z ozáření. Lze ji využívat při zachování zásad bezpečné anestézie. Anestézie musí být vedena povrchně, ne hlouběji než v 1. stupni chirurgické narkózy.
3. Thiopental-alkoholovou infúzí při akutní nemoci z ozáření považujeme za kontraindikovanou.

### Souhrn

Podána zpráva o metodice a výsledcích pokusného prověření 2 nitrožilních a 2 inhalačních způsobů celkové anestézie na psech ozářených střední dávkou (300 r). Byla prokázána nevhodnost nitrožilní anestézie thiopental-alkoholovou infúzí. Ostatní způsoby (thiopental, éter, trichlóretylén) se v našem pokusném uspořádání jeví příznivě.

### Literatura

- Babašev, B. S.: O priměnění některých způsobů chirurgického obezbolivání lučevé bolesti. „Tr. Vsesojuzn. konf. po med. radiol. Klinika i terapija lučevé bolesti M.“ 1957, s. 51—54.
- Bakin, E. I.: Vlivání pronikajícího izlučeni na funkcii centralnoj nervnoj sistěmy. — „Věst. rentgenol.“ 3, 1951: 3—8.
- Behrens, Ch.: Advances in medical defense against thermonuclear injuries. „Milit. Med.“ 123, 1958: 1—9.
- Bourne, J. G.: Anaesthesia for major disasters. — „Proc. R. Soc. Med.“ 52, 1959: 244—245.
- Burdick, K. H.: Effect of anesthetic agents on rats following whole body irradiation. „Curr. Res. Anest.“ 325, 1953: 319—328.
- Cooney, J. P.: Medical effects of nuclear warfare. „Milit. Med.“ 118, 1956: 284—286.
- Crawford, J. N.: Medical aspects of the effects of atomic explosion. „Canad. Med. Assoc. J.“ 62, 1950: 529—534.
- Cronkite, E. P.: Treatment of radiation injuries. „Milit. Med.“ 118, 1956: 328—334.
- Dambring, L.: La chirurgie des blessés par armes atomiques. „Presse méd.“ 63, 1955: 1113—1114.

- Dauri, A., Dinale, F., Altissimi, G.: Il ruolo dell' anestesista in caso di impiego bellico dell' energia atomica. „Gior. med. milit.“ 106, 1956: 274—279.
- Dostál, M.: Srovnání centralno uognětajúščeho dějstvijsa medinala, barbamila i thiopentala pri ostroju lučevé bolesti u krys i krolikov. „Pat. fiziol.“ 5, 1962: 60.
- Dubresne, O.: Rôle des médecins dans un disastre atomique. „Union méd. de Canada“ 87, 1958: 61—65.
- Genaud, P.: Les effets radioactifs de l'explosion atomique. „Presse méd.“ 58, 1950: 904—907.
- Genaud, P.: Le problème des irradiés en cas de pertes massives. „Bull. Soc. Sci. med. du Grand-duché de Luxembourg“ 1959, s. 49 až 57.
- Gorelov, F. I.: Použití morfin-etherové narkózy při prvotním chirurgickém ošetření střelných ran stěv v různých obdobích akutní nemoci z ozáření. „Voj.-med. žurnal“ 1958, č. 7, s. 53—55.
- Chromov, B. M.: Ob obezbolivániji pri lučevé bolesti. „Věst. chirurg.“ 3, 1956: 65—73.
- Chromov, B. M.: Vlijanijs obezbolivajuščich veščestv na lučevuju bolezn. „Chirurgija“ 5, 1956: 78—81.
- Chromov, B. M.: Kombinirovannije lučevyje poraženija. Leningrad, Medgiz 1959.
- Jolis, P., Weber, B.: Quelques aspects actuels de l'anesthésie et de réanimation en pratique de guerre. „Anesth. Analg. Réan.“ 15, 1958: 528—539.
- Kern, E.: Le rôle de l'anesthesiologie en cas de guerre atomique. „Anesth. Analg.“ 12, 1955: 120—132.
- Kern, E.: Neue Aspekte der Anaesthesiologie in der Umfalls- und Kriegschirurgie. „Anaesthesist“ 4, 1955: 153—158.
- Koch, R., Catsch, A.: Weitere Untersuchungen zur Wirkung der Narkose auf röntgenbestrahlte Tiere. „Arzneimittel-Forsch.“ 7, 1957: 59—61.
- Kotai, E., Csányi, É.: Nejlepší doba pro ošetření ran po současném zasažení pronikavým zářením. „Honvédorvos“ 1, 1961: 80—84.
- Langendorff, H., Koch, R.: Strahlenschaden und Narkose. „Arzneimittel-Forsch.“ 5, 1955: 677.
- Maisin, J.: Guerre atomique et guerre de gaz. „Bruxell. Méd.“ 1952, č. 3 a 4, s. 113—119 a 163—177.
- Moore, P. H.: Anaesthesias for major disasters. „Proc. R. Soc. Med.“ 52, 1959: 244—245.
- Pflug, J.: Vliv alkoholu na hojení ran. „Rozhledy v chirurgii“ 41, 1962: 687—692.
- Roth, Z., Josifko, M., Malý, V., Trčka, V.: Statistické metody v experimentální medicíně. Praha, SZdN 1962.
- Pokorný, J., Pospíšil, J.: „Voj. zdrav. listy“ 1965, v tisku.
- Smith, R. L.: Emergency medical care. „Milit. Med.“ 118, 1956: 4—6.
- Soper, R. L.: Anaesthesia for major disasters. „Proc. R. Soc. Med.“ 52, 1959: 239—241.
- Stephens, K. F.: The likely role of the anaesthetist in the early surgical treatment of mass casualties. „Proc. R. Soc. Med.“ 52, 1959: 241—243.
- Tejman, N. S.: Operace na plicích u zvířat při nemoci z ozáření. „Voj.-med. žurnal“ 1960, č. 6, s. 80—91.
- Tichonin, I. J., Kasjanov, I. S., Vaganova, N. T., Kutěpova, M. I.: Osoběnnosti tčenijs lučevé bolesti, osložněnojs operativnym vměšatělstvom na organoch brjušnoj polosti pri morfino-efirnom narkoze. „Věst. rentgen.“ 1956, č. 1, s. 27—30.
- Vourch, H.: Bertreux aj: Anesthesia in emergency surgery. „Cah. Anesth.“ 9, 1962: 837—886.
- War surgery. (Emergency War Surgery Handbook published by NATO) IV. Anesthesia and analgesia. — 1960.
- Wilson, J. E.: Pharmacological action of anesthetic agents in irradiated animals. „Anesthesiology“ 16, 1955: 503—510.
- Young, T. M., Carson, S. A., Mezistrano, J., Morris, L. E.: Effects of anesthesia on irradiated animals. „Anesthesiology“ 23, 1962: 74—80.
- Kolektiv autorů: Postiradiační syndrom. „Voj. zdrav. listy“ 27, 1958, příloha 4.

### Z CIZÍCH ČASOPISŮ

#### Počty lidí na zeměkouli.

(Presse medicale 7/1965)

Presse medicale uveřejňuje statistickou zprávu úřadu pro populaci ve Washingtoně o počtu obyvatel na zeměkouli k polovině roku 1964. Podle ní bylo na zeměkouli k tomuto datu 3,283 mil. obyvatel. Z toho více než 56 % lidí žije v Asii, 28 % v Evropě, sev. Americe a Oceánii, 16 % v Latinské Americe a Africe. Ročně přirůstá 65 miliónů lidí, takže se předpokládá

v roce 1980 4,3 miliardy lidí a v roce 2000 7 miliard lidí.

Indexy natality jsou: 40—50 ‰ v Africe, Asii, Latinské Americe, 20—25 ‰ v sev. Americe, SSSR, Oceánii, méně než 20 ‰ v Evropě. Předpokládá se, že Čína bude mít do roku 1980 více o 150 miliónů obyvatel, v Indii ročně přibývá 10 miliónů obyvatel. Tak např. se předpokládá, že v Brazílii se zdvojnásobí počet obyvatel asi za 23 let, zatímco ve Švédsku, Belgii a Maďarsku se počet obyvatel zdvojnásobí za více než 140 let.