

MIROSLAV FLEISCHHACKER

## OŠTEĆENJA RENTGENSKIM ZRAKAMA I RADIJUMOM KOD MEDICINSKOG OSOBLJA

Prikazani su rezultati pregleda 209 osoba izvrnutih rentgenskim zrakama i radijumu (liječnici, pomoćno medicinsko osoblje) od 1946. do 1951. godine. Iznesena su iskustva i problematika oštećenja na temelju vlastitih i tuđih opažanja.

Razvojem medicine i tehnike stalno se proširuje krug ljudi, koji su izvrnuti rentgenskim zrakama i radijumu. Kod nas su ugroženi ponajviše liječnici i pomoćno medicinsko osoblje. Mnogo je manji broj osoba ugrožen u našoj industriji, budući da na tom terenu rentgen i radijum još nemaju širu primjenu.

Pored primjene u medicini rentgenske se zrake mnogo primjenjuju i u tehnici, na primjer za otkrivanje defekata na metalnim predmetima poslije lijevanja, svarivanja i zakivanja. Nadalje služe za otkrivanje defekata na slitinama, korozije u kablovima i plinskim cilindrima kao i za ispitivanje željezno-betonskih konstrukcija. Rentgenskim zrakama izvrnuti su radnici pri proizvodnji rentgenskih cijevi i popravcima rentgenskih aparatura. Rentgenske se zrake upotrebljavaju za istraživanje fine strukture nekih tvari kao na pr. kovina, kristala, ugljena, drva i slično. Pomoću njih kontrolira se ispravnost jaja, otkrivaju se mineralni falsifikati u vegetabilnim namirnicama i kukci u sjemenju. Rentgenske zrake se upotrebljavaju i u trgovinama cipela za kontrolu pri izboru obuće. Djelovanju pak radioaktivnih tvari izvrnuto je pored liječnika i pomoćno medicinsko osoblje u medicinskim ustanovama i radnici u znanstvenim laboratorijima. U industriji se upotrebljavaju radioaktivne tvari za uklanjanje statičkog elektriciteta, na pr. u predionicama pamuka, kod mehaničkog punjenja čaja u vreće, rezanja i obrade papira i t. d. Radioaktivnim se tvarima markiraju neke industrijske tvari radi zaštite od falsifikata. Spojevi radiuma upotrebljavaju se kao sastavine »svijetlećih boja« za premazivanje kazaljki satova i predmeta, koji treba da svijetle u tami. Iskustva se nuklearne fizike iskorišćuju sve više u industriji i pri geofizičkim istraživanjima (na pr. izvora mineralnih ulja). Radioaktivni izotopi nekih elemenata imaju već široku primjenu u proučavanju toka procesa u raznim industrijama (gume, nafte i t. d.) i naučnim institutima (biološka istraživanja).

Razni autori ističu (8), da djelovanje rentgenskih zraka i zraka radijuma zavisi od kvantitete njihove apsorpcije u tkivu. Za isti sloj tkiva koeficijent je apsorpcije to veći, što je val zraka dulji. Smatra se, da mekane zrake (dulji valovi) djeluju više na kožu (budući da su od nje više apsorbirane), a tvrde zrake (kratki valovi) i na dublje slojeve, zahvaljujući njihovoj većoj prodornosti. Na pojedino tkivo (stanice) one djeluju prema zakonu Bergonié i Tribondeaua (2), (8). Najosjetljivija su prema rentgenskim zrakama i gama-zrakama ona tkiva i organi, koji se obnavljaju. Učinak je na stanice to veći, što one imaju veću aktivnost obnavljanja (reprodukcije), što proces kariokineze stanica duže traje i što je morfologija i funkcija stanica manje diferencirana. Osjetljivost tkiva na djelovanje radijacione energije prema tome nije jednaka. Skala osjetljivosti raznih tkiva (od najveće na niže) je ova: limfatično, testikularno i ovarijalno tkivo, koža, sluznice, bubreg i jetra, krvne žile, vezivno, mišićno, živčano, hrskavično i koštano tkivo. U zvanju su naročito opažena oštećenja kože, spolnih žlijezda i hematopoetskih organa (8).

DESJARDINS i WILLIAMS (9) su izradili sličnu skalu osjetljivosti: leukociti, stanice koje proizvode mukus u bazalnom epitelu (bronha, želuca, crijeva), bazalni epitel stanica testisa i ovarija, stanice veziva, hrskavice, mišića, kosti, mast, a na koncu živčano tkivo.

Sušтина djelovanja radijacione energije sastoji se u ionizaciji stanica tkiva, a to dovodi do poremećaja fizikalno-kemijske ravnoteže u stanici (1), (10). Oštećenje stanica proporcionalno je sa stupnjem ionizacije, koja je izazvana u stanicama (5). Oštećenja uzrokovana radijacijom izazvana su prema KOLLERU (11) ireverzibilnim promjenama sistema enzima citoplazme ili jezgre stanica (fragmentacija kromosoma). Intenzivnost patoloških oštećenja proporcionalna je dozi zračenja i zavisi od obroka doziranja.

Prema CURTISU (5) učinci se djelovanja radijacione energije mogu pojaviti različitim putovima i postaju očiti najrazličitijim manifestacijama, no bez obzira na posebne tipove zračenja, koje te promjene izazivaju, temeljni proces je većinom isti. Što se tiče učinka na stanice, nije bitno, da li je došlo do ionizacije u stanici indirektno zbog djelovanja sekundarnih elektrona od rentgenskih zraka ili gama-zraka, odnosno direktno primarnim česticama (alfa i beta).

Buckyjeve zrake imaju mnogo slabije djelovanje od rentgenskih zraka, i samo u izuzetnim slučajevima možemo od njih očekivati profesionalna oštećenja.

#### OSTEĆENJA KRVOTVORNIH ORGANA

Rentgenske zrake i zrake radijuma imaju izrazito djelovanje na krvotvorne organe i krv. KOELSCH (12) smatra, da je lako smanjenje cjelokupnog broja leukocita ili vrijednosti leukocita na donjoj granici normale sa smanjenjem pretežno mijeloičnih elemenata (osobito neutro-

filnih polimorfnih leukocita) vrlo važan nalaz za prosuđivanje oštećenja kod rentgenologa. Broj acidofilnih leukocita je pri tome smanjen ili potpuno nedostaje; nasuprot tome su limfociti većinom u apsolutnom broju povećani. AUBERTIN i BEAUYARD (12) smatraju, da je povećan broj eozinofila karakterističan za oštećenje rentgenskim zrakama i gama-zrakama. Hiperleukocitozu i eritrocitozu treba smatrati kao bezazleni, prolazni znak podražaja (SCHILLING [12]). Vrlo je važna tendencija k leukopeniji, anemiji i trombopeniji. Nađe li se kod osobe, koja je izvrgnuta djelovanju rentgenskih zraka ili gama-zraka, istovremeno leukopenija s limfocitozom i anemija i trombopenija, onda postoji opravdana sumnja, da je već nastalo ozbiljno oštećenje u krvi izazvano rentgenskim zrakama ili gama-zrakama. Te promjene su izraz već znatno uznapredovalih oštećenja. BAADER (12) je kod oštećenih našao mijelocite, a PIRCHAN i TEISINGER (13) ih nisu našli nikada. Prema WINTROBE-u (14) može ekscesivna ekspozicija izazvati čak i aplastičnu anemiju. Efekt zavisi od jakosti doze, a površine i mjesto, koje se zrači, od vremena i frekvencije zračenja i osjetljivosti osobe. Obične medicinske radijacije tkiva rijetko izazivaju trajne ili opasne promjene. Zračenje dovoljnim količinama izaziva sniženje broja svih vrsta stanica u optoku krvi i teška oštećenja stanica u krvotvornim organima. Limfociti su najosjetljiviji, i zato je limfopenija najranija promjena izazvana zrakama rentgena i radiuma. Neutrofilni polimorfni leukociti su manje osjetljivi. Granulocitopeniji, koja je izazvana radijacijom, prethodi kratak period leukocitoze. Eritrociti su na zračenje manje osjetljivi, ali su anemije ipak opažene. Velike doze izazivaju depresiju u funkciji krvotvornih organa. One mogu izazvati nagli razvoj anemije sa smanjenjem hemoglobina, često i aplastičnog karaktera, što su opisali i LARKINS, WEIL, LACASSAGNE, MAITLAND (10) te BIONDI (8). Promjene eozinofila i monocita nisu stalne. Trombociti su manje osjetljivi. Njihov broj može porasti brzo poslije radijacije, a iza toga odmah pasti, međutim su teške depresije trombocita vrlo rijetke. PIRCHAN i TEISINGER (13) su pregledali 37 rentgenologa i 13 radiologa. Vrlo često su našli normalan broj leukocita, nikada veću leukocitozu i razmjerno rijetko leukopeniju (15%). Najčešće su našli relativnu i apsolutnu limfocitozu (kod rentgenologa 64%, kod radiologa 54%), a obično i neutropeniju. Broj eritrocita kretao se većinom u normalnim granicama, i samo su u nekoliko slučajeva (kod rentgenologa) ustanovili lake eritrocitoze sve do 6,800.000 eritrocita. Kod svih rentgenologa i radiologa našli su patološke granulacije u neutrofilima i drže, da njihova pojava nema veze s ostalim krvnim nalazima i općim zdravstvenim stanjem. Prije citirani autori smatraju, da je pojava granulacija reaktivni znak, a ne znak degeneracije. Oni navode, da promjene krvnih nalaza nisu išle paralelno s trajanjem zaposlenja. Navedeni autori utvrdili su naime krvna oštećenja poslije sasvim kratkog zaposlenja, i obratno, kod pojedinaca, koji su već bili dugo zaposleni, našli su katkada i normalne nalaze. Naprotiv zaključuju, da je stupanj krvnih promjena u obrnutom odnosu sa stupnjem zaštite. Kod dalje grupe od 28 rentgenologa i pomoćnog

osoblja, koji su bili zaposleni u metalnoj industriji, našao je jedan od autora (15) približno slične pojave. HAMILTON i HARDY (10) smatraju, da se broj limfocita poslije zračenja najprije povećava, a onda smanjuje. Broj je polinuklearnih leukocita obično snižen, no može postojati i izrazita eozinofilija. Broj eritrocita može ponajprije porasti, a poslije nastaje anemija, koja može biti i vrlo visokog stupnja. Velike doze zračenja izazivaju pancitopeniju, kod koje nastaje u prvom redu nagli pad totalnog broja leukocita. Time nastaje relativna limfocitoza. Kod lakih i ranih slučajeva krvne su promjene dokaz oštećenja i važan znak, koji ukazuje na opasnost oštećenja. MOTTRAM (10) je našao kod više od polovine zaposlenih u Radium institutu u Londonu snižen broj leukocita, a WILLIAMS (10) je ustanovio kod svojih bolesnika eritropeniju i leukopeniju. Slične nalaze našli su PFAHLER, DE LAET, CASTLE, DRINKER (10). NORDENSON (10) uz slične nalaze navodi kod radiologa i anemiju. DICKIE i HEMPELMAN (10) ističu nespecifičnost krvnih nalaza. Oni drže, da između ekspozicije i krvnih promjena postoji slaba korelacija. CRONKITE (16) je našao, da jednokratna jaka ekspozicija izaziva za 24 do 72 sata pad cjelokupnog broja limfocita. Oporavljanje nastaje za nekoliko sati ili dana. U isto vrijeme nastaje umjerena granulocitofilna leukocitoza, koja traje 4 do 6 dana. Poslije toga se javlja leukopenija. Smanjenje broja trombocita i eritrocita i morfološke promjene u limfocitima pojavljuju se polaganije. Tri do deset dana poslije ekspozicije mogu se u periferiji krvi pojaviti atipični i nezreli leukociti i eritrociti s jezgrama. Poslije ponovljene ekspozicije cijelog tijela s manjim količinama radijacije dijagnoza je teža. Statistička obrada prosječnih brojeva leukocita kod eksponirane grupe uspoređujući je s kontrolnom grupom prije i poslije ekspozicije vrlo je korisna za dijagnozu. Leukocitoza, limfocitoza, leukemička reakcija i leukemija, eritrocitoza, retikulocitoza, aplastična anemija i leukopenička leukemija predstavljaju promjene u krvi, koje treba smatrati kao najbolji znak za prepoznavanje kroničnih oštećenja od rentgena i radiuma, iako se te promjene ne javljaju uvijek kao stalni znakovi oštećenja. Vrlo jaka ekspozicija očituje se: a) u stalnoj depresiji leukocita (ispod 4.000) ili leukocitozi (iznad 15.000), b) u relativnoj limfocitozi (4.000 do 6.000), koja se vraća na normalu, odstrani li se bolesnik iz ekspozicije, d) u povećanju srednjeg korpuskularnog volumena i srednjeg korpuskularnog promjera, e) u retikulocitozi preko 2%, f) u eritrocitozi (preko 5,800.000) kao i u povećanju vrijednosti hemoglobina (preko 18,09 g u 100 ccm krvi). Na mogućnost razvoja leukemije upozoravaju mnogi autori (8), (10), (16), (17). GENAUD (18) je opažao kod oštećenja krvotvornih organa izazvanih eksplozijom atomske bombe leukopeniju, anemiju i tromboopeniju. Najprije se umanjuje broj limfocita, nato za nekoliko dana i broj granulocita. Kada broj granulocita padne na najnižu razinu, povećava se broj leukocita.

GENAUD (18) tumači mehanizam hemoragijskog stanja poslije zračenja: 1) inkoagulabilitetom krvi, koji se može pripisati trombopeniji, odnosno hiperheparinemiji; 2) pojačanjem permeabilnosti i lomljivosti

kapilara. Smatra se, da je to stanje izazvano akcijom proizvoda radio-citolize na kapilare (leukotoksini, histamin i t. d.). BOWERS (19) ističe veću vulnerabilnost krvnih žila kao posljedicu djelovanja zračenja. KAUFMAN (10) smatra, da ponovljene male doze zračenja zbrajaju svoje učinke. On je kod zračenih određivao uz ostalo još: fibrinsko vrijeme, kompletno vrijeme koagulacije, koncentraciju protrombina i broj trombocita. Spomenuti autor je našao produženo vrijeme koagulacije od normalnih 8 do 10 minuta na 13 minuta, zatim produljeno protrombinsko vrijeme od normalnih 25 do 30 sekunda na 33 sekunde. Vrijeme krvarenja nije pokazivalo promjene. REKERS i FIELD (20) smatraju, da je hemoragijska dijateza karakterističan simptom kod sisavaca poslije zračenja jednokratnom velikom dozom, a u manjoj mjeri poslije ponovljenih zračenja. Nije se mogao pružiti dokaz za direktni utjecaj na krvne žile. Nova istraživanja govore više za povišenje heparina, odnosno antikoagulacionih tvari u krvi. Glikozid flavanol (rutin) umanjio je smrtnost i simptome hemoragije kod zračenja, ubrzao reparaciju leukopenije i trombopenije. SMITH, JACOBSEN i SPURE (21) navode, da se antikoagulant ne može biološki razlikovati od heparina. Hemoragijski efekt može biti neutraliziran specifičkim antiheparinskim tvarima kao na pr. protaminom, toluidinskim modrilom i drugim tioninskim bojama.

#### KOŽNA OŠTEĆENJA

Relativno manje doze (400 r) rentgenskih zraka i gama-zraka mogu izazvati epilaciju, koja nastaje 14 do 16 dana nakon jednokratnog zračenja, a nova kosa naraste za 6 do 8 tjedana. Jedinica »r« (rentgen) je ona količina rentgenskog ili gama-zračenja, koja na 0,001293 grama zraka proizvede toliko iona oba predznaka, da njihov naboj iznosi jednu elektrostatsku jedinicu. Nešto veće doze (550–600 r) izazivaju eritem, koji dolazi u tri vala: 1) prvi val je rani eritem, koji se pojavljuje između 1.–4. dana poslije zračenja; 2) drugi je val glavni eritem, koji se pojavljuje između 8.–22. dana; 3) treći val se pojavljuje između 34.–51. dana poslije zračenja. Tri tjedna poslije zračenja javlja se pigmentacija, koja traje više mjeseci, ali i godina. Poslije pigmentacije nastaje ljuštenje kože. Akutne rentgenske, odnosno radijum-dermatitide (I.–III. stupnja) mogu biti izazvane jednokratnim jakim, odnosno višekratnim relativno blažim zračenjem (stadij eritematozni, poslije latencije od dva tjedna; bulozni, poslije latencije od jednog tjedna; gangrenozni poslije latencije od 2–8 dana). Akutna se oštećenja nalaze rjeđe kod liječnika (kirurzi–traumatolozi), ali češće kod bolesnika, koji su bili liječeni zrakama rentgena, odnosno radijuma.

Kronične promjene na koži rentgenologa i radiologa opisali su mnogi autori (COLDMAN [10], BERING i ZITZKE [22], HAMILTON i HARDY [10], SCHWARTZ, TULIPAN i PECK [23] i t. d.). SIMONIN (24) iznosi vrlo instruktivnu razdiobu stadija kožnih oboljenja. On ih dijeli na četiri etape, t. j. na upalnu, sklerodermičku, hiperplastičku i na etapu kancerizacije. 1) Upalna etapa: osjećaj lokalne topline, erythema fugax,

lako odebljanje kože, deskvamacija, suhoća kože, male smeđe pjege, rarefikacija dlaka. 2) Sklerodermička etapa: tanka, glatka, elastična, diskromična koža; teleangiektazije, oštećenja nokata, smetnje kod gibanja, laki bolovi, promjene na otisku prstiju. 3) Hiperplastička etapa: lokalizirana odebljanja (kraste, kornua, bradavice) i torpidne ulceracije. 4) Etapa kancerizacije: poslije višegodišnje ekspozicije nastaju karcinomatozne promjene, većinom epitelom (spinocelulare) i izuzetno sarkom. Promjene na koži rentgenologa ne zbivaju se uvijek po opisanom redu, nego često nalazimo u isto vrijeme najrazličnije promjene. Oštećenja kože nalazimo prije svega u koriumu, a zatim i u epidermisu (1), (22).

Promjene na noktima prema SCHWARTZU, TULIPANU i PECKU (23) javljaju se i u vezi s kožnim oštećenjima, budući da je matriks nokta osobito osjetljiv na zračenje. Matriks atrofira, te zato nokti postaju tanki, lomljivi i mijenjaju boju. Koža oko nokata također atrofira. Kod akutnih oštećenja mogu ispasti nokti, koji se ponovo regeneriraju. Kod kroničnih oštećenja nokti su tanki, lomljivi i uzdužno isprugani. U tkivu ispod nokata i oko njih mogu se ustanoviti parakeratoze, krvarenja ili bolne ulceracije.

#### OŠTEĆENJA OKA

Prema COGANU (25) 90% Buckyjevih zraka apsorbiraju se u prvim milimetrima tkiva korneje; beta radijacija apsorbira se u kornjci, konjunktivi, ali može penetrirati i 1 cm u dubinu; obične rentgenske zrake apsorbirane su do 90% na prednjoj površini korneje, ali mogu dospjeti i do retine; gama-zrake prolaze kroz oko; neutroni su mnogo djelotvorniji nego elektroni, alfa-čestice i protoni. Djelovanje radijacije kratkih valova (gama, rentgen, ultraviolet) dolazi do izražaja iza određene latencije. Vulnerabilnost tkiva prema radijacijama, koje imaju latentni period, različita je, već prema reparativnoj sposobnosti tkiva. Zato je leća više vulnerabilna. Ako uzmemo oko kao cjelinu, može se razviti glaukom nakon dovoljno velikih radijacija. Bucky i beta radijacija u vrlo velikim dozama može izazvati keratitide poslije perioda latencije. Poslije zračenja rentgenskim zrakama i gama-zrakama (4000-6000 r) mogu se za nekoliko tjedana razviti keratitide i ulcera. Promjene mogu trajati mjesecima i može zaostati kseroza korneje i konjunktive, kao i atrofija lakrimalnih žlijezda. Leća je osobito osjetljiva na neke vrste zračenja. DESJARDINS (25) smatra, da je stupanj osjetljivosti leće na rentgensko zračenje u obrnutom odnosu sa starošću bolesnika, a STOCK (25) navodi, da je leća fetusa u uterusu najosjetljivija na zračenje. LEINFELDER i KERR (25) ističu, da rentgenska katarakta kod djece nastaje lakše nego kod odraslih, ali se to dosad nije moglo dokazati u velikim serijama. Prema ASCHERU (25) iznosi latentni period za razvitak katarakte, koji slijedi poslije rentgenskog zračenja, obično 6 mjeseci do 2 godine, no može trajati i 8 do 12 godina. Katarakte izazvane rentgenskim zrakama počinju prema COGANU (25) kao zamućenja na stražnjem polu leće; ta se zamućenja daju relativno oštro ograničiti

od ostataka korteksa i često imaju mnogolisnati oblik. Navedene promjene mogu ostati stacionarne, ali su obično progresivne. Progresija se očituje u pojavljivanju vakuola u predjelu prednjeg korteksa kao i zamućenja u predjelu ispod prednje kapsule. Gama-zrake i neutroni izazivaju slične promjene, a katarakte nastaju poslije doza (kao i kod rentgenskih katarakta), koje ne izazivaju druge vidljive abnormalne kliničke promjene. Kumulacioni učinci malih doza tvrdih gama-zraka radijuma imaju, s obzirom na djelovanje na leću, veći učinak nego od rentgenskih zraka. Postoji dakle veća opasnost za leću od kronične ekspozicije gama-zrakama nego od rentgenskih zraka.

#### OSTEĆENJA SPOLNIH ORGANA

Oštećenja spolnih organa opažamo kod profesionalnih slučajeva mnogo rjeđe nego oštećenja kože i krvotvornih organa. Kod žena su opažene smetnje mensesa, odnosno amenoreje. Kod muškaraca su opažene atrofije testisa.

#### OŠTEĆENJA KOSTI

Kod profesionalnih slučajeva vrlo rijetko možemo očekivati oštećenja kosti. Ta se oštećenja pojavljuju pretežno kod intenzivnog zračenja rentgenom radi liječenja. U našoj literaturi opisao je i rezimirao podatke o tim promjenama iz strane literature GERGELJ (26). Tako se navode frakture kostiju (na temelju osteoporoze i endarteritičkih promjena), hondronekroze, frakture zubi i t. d.

#### OPĆE TEGOBE

Rentgenolozi i radiolozi osjećaju često razne tegobe kao na pr. veliku umornost, slabost, omaglicu, pospanost i besanicu, dalje nervozu, bradikardiju, epistaksis, glavobolje, mučnine i t. d. Takva stanja su opisali PERUSSIA (8), DESJARDINS i WILLIAMS (10). PIRCHAN i TEISINGER (13) su ustanovili kod niza liječnika, da se na početku rada s rentgenom, odnosno radijumom pojavila znatna umornost i malaksalost. Navedene tegobe nestale su za dva do četiri mjeseca. ELLINGER (33) smatra, da su opće tegobe uzrokovane rentgenskim zračenjem slične protrahiranom histaminskom šoku. Ne može se isključiti ni direktno djelovanje zračenja na unutrašnje organe. Za histaminsko djelovanje karakterističan je: smanjeni krvni tlak, pojačanje sekrecije želučanog soka i kožni eritemi. MARKEES, KASER, LANZ (28) ukazuju na povišenje brenzgroždane kiseline u krvi zračenih (i u graviditetu) i postavljaju sumnju, da se kod općeg djelovanja zračenja radi o acidozi.

#### GENETIČKA DJELOVANJA

U novije se vrijeme na temelju istraživanja FAILLA (17) ističu učinci djelovanja zračenja na kromosome i gene kao i mogućnost razvoja mutacija, koji su ireverzibilni. TIMOFEEFF i RESSOVSKY (5) smatraju, da

nije bitno, da li se doza, koja izaziva te mutacije, primi u kratko vrijeme ili kroz dulji period vremena (nekoliko godina), i smatraju, da je procenat promjena mutacija direktno proporcionalan s dozama zračenja. Učinak je zračenja stalno kumulativan. Navedena fakta imaju veliku važnost za određivanje graničnih podnosljivih doza zračenja za pojedine osobe s obzirom na učinak na germinativne stanice. Kod čovjeka se te promjene mogu teško ustanoviti s obzirom na duljinu života.

#### OTROVANJA RADIJUMOM

Oštećenja radijumom i radioaktivnim spojevima nastaju obično utjecajem vanjskog zračenja. Oštećenja mogu međutim nastati i inhalacijom i ingestijom tih spojeva. Prva eventualnost može nastati kod punjenja i ispražnjivanja tuba i popravaka radijum-igala, gdje se razvija prašina radijuma, odnosno radijum-emanacija (7), (23), (29). Druga eventualnost, t. j. gutanje radioaktivnih tvari nastaje na pr. kod radnica, koje premazuju kazaljke satova radijum spojevima (radijum, mezo i radiotorijum) (23), (30). Prema SCHWARTZU, TULIPANU i PECKU (23) te KÖRBLERU (7) otrovanje radijumom očituje se kod ranih fatalnih slučajeva leukopeničnom anemijom, nekrozom mandibule i maksile. Infekcija otežava stanje. Kronični slučajevi očituju se (i poslije latencije od 1 do 7 godina iza napuštanja rada) blagom anemijom i nekrozom čeljusti, a katkada i osteogeničnim sarkomom. Kod tih radnika također su opažena oboljenja od raka pluća i kostiju.

#### NASA ISKUSTVA

Naša opažanja vršimo od 1946. g. Iznosimo ovdje rezultate pregleda od 1946. do polovine 1951. godine. U to vrijeme vršili smo periodične preglede osoba zaposlenih u medicinskim ustanovama (humane i veterinarske medicine), a rjeđe u fizikalnim institutima. Navedene osobe dolazile su u ambulantu za profesionalne bolesti na temelju Naredbe o obaveznom vršenju periodičnih medicinskih pregleda radnika od 25. V. 1947. (Sl. list br. 48 od 6. VI. 1947.). Nadalje je to osoblje dolazilo k nama, ako su se kod njega pojavile promjene (koža, krv), koje su izazvale sumnju na eventualno profesionalno oštećenje. Veći dio osoba radio je u Zagrebu. Pregled prije uposlenja nismo nažalost mogli izvršiti, jer je većina radila već niz godina prije početka našeg proučavanja.

#### KLASIFIKACIJA OSOBLJA

#### PREMA ZVANJU, STRUCI, STAROSTI I DULJINI RADA

Sistematski smo pregledali 209 osoba (91 mušku, 118 ženskih), koje su bile izvrgnute rentgenskim zrakama (190 osoba) i zrakama radijuma (19 osoba). Bliži podaci prikazani su u tablici 1.



Tablica 1

*Pregled medicinskog osoblja prema zvanju, struci i spolu*

| Struka               | Liječnici  |           |           | Pomoćno medicinsko osoblje |            |           |           |
|----------------------|------------|-----------|-----------|----------------------------|------------|-----------|-----------|
|                      | Broj       | Muški     | Zenske    | U službi                   |            |           | Zenske    |
|                      |            |           |           | Broj                       | Muški      | Zenske    |           |
| Rentgenolozi . . .   | 26         | 23        | 3         | Rentgenologa . .           | 59         | 8         | 51        |
| Radiolozi . . . . .  | 3          | 3         | —         | Radiologa . . . .          | 16         | 1         | 15        |
| Ftizeolozi . . . . . | 43         | 34        | 9         | Ftizeologa . . . .         | 17         | 3         | 14        |
| Pedijatri . . . . .  | 18         | 5         | 13        | Pedijatara . . . .         | 10         | —         | 10        |
| Traumatolozi . . .   | 6          | 6         | —         | Traumatologa . .           | 2          | —         | 2         |
| Internisti . . . . . | 5          | 4         | 1         | —                          | —          | —         | —         |
| Opća praksa . . . .  | 3          | 3         | —         | —                          | —          | —         | —         |
| Tehn. stručnjak . .  | 1          | 1         | —         | —                          | —          | —         | —         |
| <b>Svega</b>         | <b>105</b> | <b>79</b> | <b>26</b> | <b>Svega</b>               | <b>104</b> | <b>12</b> | <b>92</b> |

Tablica 2

*Starost pregledanih*

| Starost       | Liječnici  | Pomoćno medicinsko osoblje |
|---------------|------------|----------------------------|
| Do 30 god.    | 16         | 48                         |
| Od 31-40 god. | 24         | 36                         |
| Od 41-50 god. | 37         | 14                         |
| Od 51-60 god. | 27         | 6                          |
| Preko 60 god. | 1          | —                          |
| <b>Svega</b>  | <b>105</b> | <b>104</b>                 |

Tablica 3

*Duljina rada*

| Duljina rada    | Liječnici  | Pomoćno medicinsko osoblje |
|-----------------|------------|----------------------------|
| Do 10 god       | 53         | 80                         |
| Od 11-20 god.   | 27         | 18                         |
| Od 21-30 god.   | 24         | 5                          |
| Više od 30 god. | 1          | 1                          |
| <b>Svega</b>    | <b>105</b> | <b>104</b>                 |

Pregledani liječnici i pomoćno medicinsko osoblje imali su različiti staž (tablica 3) i mijenjali su radna mjesta, sa time često i uvjete rada. Teško je kod pojedinih osoba dobiti naknadno i približno točan uvid u količinu sveukupno primljenih rentgenskih zraka, odnosno zraka radijuma. Tu okolnost ističe i FAILLA (17). Jedino je sigurno, da je većina rentgenologa i njihovog pomoćnog medicinskog osoblja bila vrlo jako eksponirana rentgenskim zrakama, odnosno zrakama radijuma i da su uvjeti rada često bili vrlo nepovoljni.

Vrijeme promatranja i frekvencija pregleda kod pojedinih slučajeva bila je veoma različita (od jednokratnog pregleda sve do višegodišnjeg promatranja s višekratnim pregledima). S jedne strane omogućila je ta raznovrsnost veliku širinu opservacija u raznim prilikama, ali je s druge strane otežala sistematsku statističku obradu.

#### APARATURA

Aparatura, s kojom su pregledani radili, bila je raznog porijekla. Najveći broj aparata je bio marke Siemens, zatim dolaze u manjem broju marke Philips i Koch-Sterzel, Sanitas, Fischer, Coolinan, Picker i t. d.

Stanje aparatura najbolje ilustriraju rezultati pregleda rentgenskih uređaja u gradu Zagrebu, koje je obradio u 1949. g. REICHERZER (osobno priopćenje). Ustanovio je, da je od 104 aparata bilo 45,10% zaštićenih, 44,20% nedovoljno zaštićenih, a 10,70% nije bilo u pogonu. S obzirom na zaštitu od električne struje bilo je I. klase (potpuno zaštićeno) 79, II. klase (zaštita samo u prostoru za pregled i liječenje) 2, III. klase (djelomična zaštita, t. j. do dva i pol metra iznad poda) 3 i IV. klase (potpuno nezaštićeni) 20 aparata. Ventilacija je bila ispravna kod 25, a neispravna kod 76 uređaja. Broj i kvaliteta zaštitnih rukavica, pregača i adaptacionih naočari često nije odgovarao stvarnim potrebama.

#### OPĆI PREGLED FREKVENCIJE OŠTEĆENJA PREMA ZVANJU, STRUCI, SPOLU, STAROSTI I DULJINI RADA

Kod izvjesnog broja pregledanih ustanovili smo profesionalna oštećenja kao i pojedine simptome, koji pobuđuju sumnju na eventualno profesionalno oštećenje, dok kod većine pregledanih nismo našli profesionalnih oštećenja. U tablici 4 i 5 prikazali smo broj profesionalnih oštećenja s obzirom na struku (vrst rentgenološkog rada) i spol pregledanih.

Tablica 4

Profesionalna oštećenja kod liječnika, prema zvanju, struci i spolu

| Liječnici                    | Broj pregledanih osoba |           |            | Broj oštećenih osoba |          |           | ‰           |
|------------------------------|------------------------|-----------|------------|----------------------|----------|-----------|-------------|
|                              | muški                  | ženske    | svega      | muški                | ženske   | svega     |             |
| Rentgenolozi . . . . .       | 23                     | 3         | 26         | 5                    | —        | 5         |             |
| Radiolozi . . . . .          | 3                      | —         | 3          | —                    | —        | —         |             |
| Ftizeolozi . . . . .         | 34                     | 9         | 43         | 8                    | 1        | 9         |             |
| Pedijatri . . . . .          | 5                      | 13        | 18         | 3                    | —        | 3         |             |
| Traumatolozi . . . . .       | 6                      | —         | 6          | 5                    | —        | 5         |             |
| Internisti . . . . .         | 4                      | 1         | 5          | —                    | —        | —         |             |
| Opća praksa . . . . .        | 3                      | —         | 3          | 2                    | —        | 2         |             |
| Tehnički stručnjak . . . . . | 1                      | —         | 1          | —                    | —        | —         |             |
| <b>Svega</b>                 | <b>79</b>              | <b>26</b> | <b>105</b> | <b>23</b>            | <b>1</b> | <b>24</b> | <b>22,8</b> |

Tablica 5

Profesionalna oštećenja kod pomoćnog medicinskog osoblja prema zvanju, struci i spolu

| Pomoćno medicinsko osoblje na radu kod | Broj pregledanih osoba |           |            | Broj oštećenih osoba |          |          | ‰          |
|--|------------------------|-----------|------------|----------------------|----------|----------|------------|
|  | muški                  | ženske    | svega      | muški                | ženske   | svega    |            |
| Rentgenologa . . . . .                 | 8                      | 51        | 59         | 1                    | 4        | 5        |            |
| Radiologa . . . . .                    | 1                      | 15        | 16         | —                    | 1        | 1        |            |
| Ftizeologa . . . . .                   | 3                      | 14        | 17         | —                    | 3        | 3        |            |
| Pedijatara . . . . .                   | —                      | 10        | 10         | —                    | —        | —        |            |
| Traumatologa . . . . .                 | —                      | 2         | 2          | —                    | —        | —        |            |
| <b>Svega</b>                           | <b>12</b>              | <b>92</b> | <b>104</b> | <b>1</b>             | <b>8</b> | <b>9</b> | <b>8,6</b> |

Kako se iz tih tablica vidi, ustanovili smo kod 105 liječnika 24 oštećenja, t. j. 22,8‰, a kod 104 pomoćnog medicinskog osoblja 9 oštećenja, t. j. 8,6‰, što ukupno iznosi 33 profesionalna oštećenja (15,7‰).

Kod liječnika pojavio se veći procenat oboljenja kože zbog toga, što su oni vrlo često radili bez najpotrebnije osobne i tehničke zaštite. Kod toga bile su naročito izložene ruke. Pored toga nije ni organizacija njihova rada bila uvijek u skladu s higijenskim principima (kontinuirani dugotrajni rad, masovni pregledi). Isto smo tako često opazili oštećenja kože kod traumatologa, što se može lako protumačiti karakterom njihova rada (utjecaj neoslabljenih zraka).

Svrstamo li slučajeve oštećenja samo po spolu, nalazimo, da je 26,3‰ muških a 7,6‰ ženskih pokazivalo profesionalna oštećenja. Veći procenat oštećenja kod muških bez obzira na zvanje i struku bio je izazvan povećanim brojem kožnih oštećenja kod liječnika.

Broj oštećenja zavisi, kraj individualnih faktora, od jačine ekspozicije. Pri tome odlučuje trajanje rada (sveukupno i dnevno), intenzivnost dnevnog rada, frekvencija i intervali zračenja, pojedinačna i ukupna doza zračenja. Dalje odlučuje vrsta aparature, tehnička i osobna zaštita, oblik zračenja, udaljenost osobe, odnosno dijela tijela od izvora zračenja, a često i način rada (sklopka, duljina pojedinog pregleda, položaj ruku s obzirom na smjer snopa zraka i t. d.). Kod naših slučajeva, kod kojih je prosječni intenzitet ekspozicije bio često vrlo velik, iskače kao jedan od najvažnijih činitelja također i trajanje rada. To se jasno vidi u grupi liječnika. U grupi pomoćnog medicinskog osoblja ta činjenica nije toliko došla do izražaja, jer u njoj ima relativno malo osoba u starijim godištim (tablice 6 i 7).

Tablica 6  
Frekvencija oštećenja kod liječnika s obzirom na starost i duljinu rada

| Starost pregledanih | Godine rada      |                |      |                  |                |      |                  |                |     |                  |                |     |                  |                |      |
|---------------------|------------------|----------------|------|------------------|----------------|------|------------------|----------------|-----|------------------|----------------|-----|------------------|----------------|------|
|                     | Do 10 god.       |                |      | Od 11—20 god.    |                |      | Od 21—30 god.    |                |     | Preko 30 god.    |                |     | Svega            |                |      |
|                     | Broj pregledanih | Broj oštećenih | 0/0  | Broj pregledanih | Broj oštećenih | 0/0  | Broj pregledanih | Broj oštećenih | 0/0 | Broj pregledanih | Broj oštećenih | 0/0 | Broj pregledanih | Broj oštećenih | 0/0  |
| Do 30 god.          | 16               | 1              | —    | —                | —              | —    | —                | —              | —   | —                | —              | —   | 16               | 1              | 6,2  |
| Do 40 god.          | 21               | —              | —    | 3                | 1              | —    | —                | —              | —   | —                | —              | —   | 24               | 1              | 4,1  |
| Do 50 god.          | 11               | 1              | —    | 18               | 4              | —    | 8                | 2              | —   | —                | —              | —   | 37               | 7              | 18,8 |
| Do 60 god.          | 5                | 1              | —    | 6                | 3              | —    | 16               | 10             | —   | —                | —              | —   | 27               | 14             | 51,8 |
| Preko 60 god.       | —                | —              | —    | —                | —              | —    | —                | —              | —   | 1                | 1              | —   | 1                | 1              | 100  |
| Svega               | 53               | 3              | 5,66 | 27               | 8              | 29,6 | 24               | 12             | 50  | 1                | 1              | 100 | 105              | 24             | 22,8 |

Tablica 7  
Frekvencija oštećenja kod pomoćnog medicinskog osoblja s obzirom na starost i duljinu rada

| Starost pregledanih | Godine rada      |                |     |                  |                |      |                  |                |     |                  |                |     |                  |                |       |
|---------------------|------------------|----------------|-----|------------------|----------------|------|------------------|----------------|-----|------------------|----------------|-----|------------------|----------------|-------|
|                     | Do 10 god.       |                |     | Od 11—20 god.    |                |      | Od 21—30 god.    |                |     | Preko 30 god.    |                |     | Svega            |                |       |
|                     | Broj pregledanih | Broj oštećenih | 0/0 | Broj pregledanih | Broj oštećenih | 0/0  | Broj pregledanih | Broj oštećenih | 0/0 | Broj pregledanih | Broj oštećenih | 0/0 | Broj pregledanih | Broj oštećenih | 0/0   |
| Do 30 god.          | 48               | 1              | —   | —                | —              | —    | —                | —              | —   | —                | —              | —   | 48               | 1              | 2,80  |
| Do 40 god.          | 25               | 1              | —   | 10               | 1              | —    | 1                | —              | —   | —                | —              | —   | 36               | 2              | 5,58  |
| Do 50 god.          | 5                | 1              | —   | 7                | 4              | —    | 2                | —              | —   | —                | —              | —   | 14               | 5              | 35,70 |
| Do 60 god.          | 2                | —              | —   | 1                | —              | —    | 2                | 1              | —   | 1                | —              | —   | 6                | 1              | 16,6  |
| Svega               | 80               | 3              | 3,7 | 18               | 5              | 27,7 | 5                | 1              | 20  | 1                | —              | —   | 104              | 9              | 8,6   |

OPCI PREGLED OŠTEĆENJA  
PREMA OŠTEĆENIM ORGANIMA

U tablici 8 prikazali smo oštećenja prema oštećenim organima.

Tablica 8  
*Pregled oštećenja prema oštećenim organima*

| Oštećeni organi                             | Liječnici (105) |             | Pomoćno medicin. osoblje (104) |             | Uzrok oštećenja                     |
|---|-----------------|-------------|--------------------------------|-------------|-------------------------------------|
|   | muški (79)      | ženske (26) | muški (12)                     | ženske (92) |                                     |
| 1. Samo koža . . . . .                      | 19              | 1           | 1                              | 2           | rentgen                             |
| 2. Samo krvotvorni organi . . . . .         | —               | —           | —                              | 3           | rentgen; kod jednog slučaja radijum |
| 3. Koža i gonade . . . . .                  | 1               | —           | —                              | —           | rentgen                             |
| 4. Koža i oči . . . . .                     | 1               | —           | —                              | —           | rentgen                             |
| 5. Koža i krvotvorni organi . . . . .       | 2               | —           | —                              | 1           | rentgen                             |
| 6. Krvotvorni organi i gonade (?) . . . . . | —               | —           | —                              | 2           | rentgen                             |
| <b>Svega</b>                                | <b>23</b>       | <b>1</b>    | <b>1</b>                       | <b>8</b>    |                                     |

Navedene razlike u vrsti i broju oštećenih organa kod pregledanih osoba izazvane su po našem mišljenju različitom vrstom i jačinom ekspozicije rentgenskim zrakama, odnosno zrakama radijuma. Osobito je važno ustanoviti, da li se radilo o zračenju cijelog tijela ili samo manjeg dijela (ruke).

Pomoćno medicinsko osoblje nalazilo se pri radu rjeđe u blizini izvora direktnog snopa zračenja, jer je obično od njega bilo više udaljeno nego liječnici. Zbog toga je kod pomoćnog medicinskog osoblja rjeđe dolazilo do oštećenja kože. Većim je dijelom bilo izvrgnuto dugotrajnoj sumaciji (kumulacija manjih količina zraka), i to pretežno djelovanju sekundarnog zračenja. To vrijedi za velik broj pregledanih iz grupe pomoćnog medicinskog osoblja. No kod izvjesnog broja slučajeva prilike su bile teže. Zbog nezaštićenih aparata, manjkavih tehničkih zaštitnih uređaja, manjkave osobne zaštite, malih prostorija, a glavno zbog neispravne organizacije rada pomoćno medicinsko osoblje približilo se pri radu rentgenskoj cijevi. U tim slučajevima nalazimo to osoblje tijesno kraj liječnika. Dolazi, dakle, do ekspozicije direktnom snopu rentgenskih zraka, i to velikih nezaštićenih površina tijela. Prema GLOCKERU (34) nije kod dijaskopije modernim aparatima ugrožen pre-

gledavač, već osoba, koja stoji lijevo ili desno od njega. Ako se radi s potpuno otvorenim sklopkama, dobiva osoba, koja stoji uz liječnika, već za 7 minuta dnevnu dozu tolerancije. Zatim su mjerenja bolesnih pokazala, da se na tim mjestima već u toku pola sata dijaskopije na udaljenosti 1 m postizava doza oštećenja germinativnih stanica. Još je veća opasnost kod irigoskopije i pielografije. Pomoćno medicinsko osoblje, koje smo pregledali, češće je bilo izvrgnuto zračenju cijelog tijela s obzirom na navedeni položaj pri radu (često neispravan) i stanje tehničke i naročito osobne zaštite, loše organizacije rada, prekovremenog rada (honorarne službe) i t. d. Zato smo i opazili kod njih pretežno oštećenja krvotvornih organa. INGRAM (6) navodi, da za ocjenu sigurnih radnih uvjeta treba proučiti tip, intenzivnost zračenja i prirodu ekspozicije. Varijacije učinaka zavise od ukupne količine zračenja, koje različno tkivo još može podnijeti bez vidljivih lezija, dalje od pojedinih doza, koje izazivaju oštećenja, i konačno od opsega i širine reparacije oštećenja. Koža, leukociti, stanice koščane srži, reproduktivne stanice i stanice epitela crijeva relativno su osjetljivije na male doze radijacije; naprotiv su zreli eritrociti, koščano i živčano tkivo otporniji. Krvni nalazi su osobito važni kod zračenja, koje zahvaća cijelo tijelo. Ako je ekspozicija ograničena samo na pojedini dio tijela, kao na pr. ruke, onda se ne mogu ustanoviti opće reakcije i vrijednost je hematoloških pregleda vjerojatno ograničena. Proučavanje promjena na prstima svakako je u tim slučajevima od velike važnosti. Razvoj tumora i katarakta naknadni su učinci zračenja i posljedica su samo relativno velike ekspozicije. Kvaliteta zračenja vrlo je važna pri oštećenju pojedinih tkiva. SPEAR (35) smatra, da se tolerancija kože to više pojačava, što se više skraćuje duljina zrakâ. Velike količine jako penetrantnih zrakâ mogu se primijeniti s relativnom sigurnošću za kožu. Kod takvog zračenja smanjuje se apsorpcija zrakâ u koži, ali se povećava u dubljim dijelovima tijela, osobito u hematopoetskom tkivu. CURTISS (5) ističe, da će velike doze penetrantnog zračenja, aplicirane jednokratno, odnosno za dulji vremenski period, izazvati smetnje u broju krvnih elemenata. Uvažimo li te navode kao i naša iskustva, postaju nam razumljivije navedene razlike u oštećenim organima kod liječnika i pomoćnog medicinskog osoblja, koje smo promatrali. Ustanovili smo, da su od 24 oboljela liječnika dvoje, a od 9 oboljelih iz grupe medicinskog osoblja 6 imali oštećene krvotvorne organe. Držimo, da je veći broj oštećenja kože kod liječnika izazvan pretežno većom ekspozicijom nedovoljno zaštićenih, odnosno nezaštićenih ruku (sekundarno, oslabljeno primarno, a rjeđe direktno primarno zračenje). Često se radilo o ponovnom djelovanju vrlo malih količina zraka, i tek nakon dugog niza godina pojavile su se kožne manifestacije (latencija). Prekratki vremenski intervali vode kumulaciji, sprečavaju oporavak kože i vode trajnom oštećenju kože (1). Razumije se, da su mnogi liječnici bili izvrgnuti u manjoj mjeri također i zračenju cijelog tijela. Na to ukazuju oštećenja krvotvornih organa i gonada. Na to je često utjecala loša tehnika rada, kvalitet zraka (meke zrake) kao i rad bez dovoljne

osobne i tehničke zaštite. Prilike ekspozicije su kompleksne i varijabilne. Sastav zračenja nije uvijek homogen, nego obično postoji smjesa zraka raznih duljina, iako neke prevaliraju (već prema vrsti zračenja, filtriranju zraka, tehničkim osobitostima, debljini bolesnika i t. d.). Svakako treba izbjegavati shematske zaključke s obzirom na djelovanje pojedinih vrsta zraka (meke – tvrde), jer su prilike u zbilji mnogo složenije. Dalje treba da se kritički ocijene navodi raznih autora i s obzirom na to, da li su u literaturi opisana oštećenja bila profesionalna ili su nastala prilikom liječenja zrakama rentgena ili radijuma.

#### SPECIJALNA ANALIZA OŠTEĆENJA POJEDINIH ORGANA

##### *Krvotvorni organi*

Pri prosuđivanju hematoloških nalaza kod oštećenih rentgenologa i radiologa morali smo detaljnim pregledom isključiti etiološke faktore, koji bi mogli izazvati slične hematološke nalaze. Tu dolaze u obzir vrlo često anemije razne etiologije. Dalje smo morali uvažiti mogućnost kombinacije sa stanjima, koja opterećuju krvotvorne organe (hemoragije, hematotoksični otrovi i t. d.). Ta stanja slabe otpornost krvotvornih organa i time omogućuju, da se lakše može razviti oštećenje rentgenom. Diferencijalna dijagnoza tih kombinacija nije laka, i samo točne analize krvnih slika i njene osobitosti, a pogotovu višekratni pregledi mogu omogućiti ispravnu odluku. Kako smo već naprijed naveli, razvijena klinička slika oštećenja krvotvornih organa zrakama rentgena i radijuma obično nam nije pravila teškoće pri dijagnozi. Pri prosuđivanju promjena samo jedne vrste krvnih stanica ocjenjivanje je često bilo teže. U tim slučajevima treba izvršiti ponovne hematološke i ostale kliničke preglede i istražiti i opću anamnezu. Pritom mnogo pomažu grupni pregledi osoblja istog radnog mjesta, koje treba uspoređivati s nalazima u kontrolnoj grupi. Velike teškoće imali smo u ocjenjivanju »normalnih« vrijednosti krvnih elemenata. Nismo naime imali kontrolnu grupu, budući da se radilo o petogodišnjem kliničkom promatranju. U tablici 9 iznosimo područja »normalnih vrijednosti« krvnih elemenata izrađenih na osnovu naših iskustava, kojih smo se držali pri obradi naših hematoloških nalaza. Moramo istaknuti, da jedan patološki hematološki nalaz, naročito samo jedne vrste krvnih stanica, koji se jedamput pojavio, ne može voditi do zaključka, da se radi o oštećenju krvotvornih organa. Pogotovu takav nalaz ne može opravdati zaključak, da se radi o rentgenskom oštećenju. Jedino česti ponovljeni hematološki pregledi mogu voditi do sigurnih zaključaka. Sve naše dijagnoze oštećenja krvotvornih organa temelje se na promatranju bolesnika kroz dulje vremensko razdoblje.

Od oštećenja krvotvornih organa oboljelo je 1,9% liječnika i 5,7% pomoćnog medicinskog osoblja. Od ukupnog broja pregledanih (209 osoba) oboljelo je 3,8%. Razvrstamo li pregledane samo po spolu, izlazi, da su muški oboljeli u 2,1%, a ženske u 5,0%.

Tablica 9

*Područja normalnih vrijednosti krvnih stanica*

|                  |   |
|------------------|---|
| Hemoglobin Sahli | muški: 80-100<br>ženski: 70-100             |
| Eritrociti       | muški: 4,4-5,2 mil.<br>ženski: 4,2-4,8 mil. |
| Leukociti        | 5.000-10.000                                |
| Neutrofili       | % : 50-70<br>apsolutni broj: 3000-7000      |
| Monociti         | % : 2-6<br>apsolutni broj: 100-600          |
| Limfociti        | % : 20-35<br>apsolutni broj: 1500-3000      |
| Eozinofili       | % : 1-4<br>apsolutni broj: 50-250           |
| Bazofili         | % : 0-1<br>apsolutni broj: 0-50             |
| Trombociti       | 150.000-300.000                             |
| Retikulociti     | 5-15%                                       |

Vrijednosti hemoglobina bile su kod svih osam oštećenih snižene. Kod ženskih su najmanje vrijednosti bile 50, a kod muških 75 po Sahliju cor. Brojevi eritrocita bili su sniženi kod 4 bolesnika, i to najniže do 3,3 milijuna kod ženskih, a kod muških 3,9 milijuna. Katkada je bilo teško odrediti, koji udjel imaju kod anemija i etiološki faktori izvan profesije, budući da danas često nalazimo kod mnogih osoba relativno snižene vrijednosti hemoglobina i eritrocita. Zatim je vrlo važno ispravno ocijeniti razne metroragije i menoragije kod žena izvrnutih zrakama rentgena i radijuma. Rentgenske zrake mogu izazvati hemoragijska stanja, a kod jačih doza i amenorejc. U svakom slučaju je kod toga potrebno, da se specijalističkim pregledom isključe čisto ginekološka oboljenja. Među našim bolesnicama imali smo dva takva slučaja.

Vrijednosti leukocita bile su kod svih 8 oštećenih snižene ispod 4000, i to najniže do 2100 kod ženskih, a 3200 kod muških. Broj leukocita iznad 10000 nismo opazili ni kod jednog oštećenoga. Snižene vrijednosti neutrofila našli smo kod 8 oštećenih. Kao najniže vrijednosti našli smo kod ženskih 41%, a kod muških 43%. Apsolutnu neutropeniju našli smo kod svih oštećenih, i ona je bila više izražena nego relativna. Kod ženskih smo našli 1070, a kod muških 1250 kao najniže vrijednosti. Kod većine bolesnika našli smo relativnu monocitozu ili nalaze monocita na gornjoj granici normale. Najviši brojevi bili su kod ženskih 15%, a kod muških 14%. Relativne vrijednosti eozinofila bile su prosječno normalne. Najviše vrijednosti bile su kod ženskih 13%, a kod muških



5%. Kod apsolutnih brojeva eozinofila našli smo samo kod 4 vrijednosti iznad 259, i to do 604 kod ženskih, a 285 kod muških. Kod jednog bolesnika našli smo izrazitu eozinopeniju (0-1%, apsolutno 0-32). Kod 6 bolesnika našli smo visoke vrijednosti bazofila. Najviše vrijednosti bile su kod ženskih 4%, odnosno 217 u apsolutnim brojevima, a kod muških 3%, odnosno 150 u apsolutnim brojevima. Vrijednosti limfocita iznad 35% našli smo kod 6 bolesnika, a najviše vrijednosti bile su 47% kod ženskih i 44,5% kod muških. Vrijednosti limfocita izražene u apsolutnim brojevima nisu uvijek išle paralelno s relativnim vrijednostima (često smo našli upadljivo niske vrijednosti limfocita). Najniže apsolutne vrijednosti našli smo kod ženskih do 703, a kod muških do 812. Niže vrijednosti trombocita našli smo kod 6 bolesnika (kod tri jače izražene). Najniže vrijednosti bile su 68.000. Kod muških nisu vrijednosti trombocita bile snižene. Vrijednosti retikulocita kretale su se u normalnim granicama. Plazmatske stanice našli smo kod jednog oštećenoga.

Često smo našli pojačane grube granulacije u neutrofilima kao i promjene u strukturi krvnih stanica (limfociti, monociti i neutrofili). Sigurnu profesionalnu etiologiju tih morfoloških promjena nije uvijek lako ustanoviti. Neki autori (PIRCHAN i TEISINGER [13]) smatraju, da patološke granulacije nemaju veze s ostalim nalazima. Spomenuti autori nalaze ih uvijek kod rentgenologa, koji rade više od 10 godina, odnosno kod rada bez dovoljne zaštite.

Kod pregledanih osoba nismo našli značajne promjene u sedimentaciji eritrocita.

Iznosimo kliničke karakteristike pojedinih slučajeva s oštećenjem krvotvornih organa.

1. slučaj. Ftizeolog, 41 godinu, radi od 1937. godine. Od 1941. g. bio je jako eksponiran, a aparati često nisu bili zaštićeni. Nakon 8-9 godina rada opažena su kožna oštećenja (upala kože, bradavice, epilacije, depigmentirane pjega na rukama). Bolesnika promatramo od 1947. godine. Krvne promjene bile su izražene na leukocitima. U dva razdoblja, a 1948. i 1949. g. nađene su leukopenije do najniže vrijednosti od 3200 leukocita, neutropenije do 43%, odnosno apsolutno do 1568, zatim povišene vrijednosti limfocita do 44,5% i monocita do 14%. Vrijednosti eritrocita nisu bile promijenjene.

2. slučaj. Ftizeolog, 53 godine, radi od 1924. Radio vrlo mnogo rentgenom, aparati su zaštićeni posljednje 2-3 godine. Nakon 10 godina rada opažene su promjene na rukama (gubitak crteža na jagodicama, atrofije, hiperkeratoze). Bolesnika promatramo od 1948. g. Krvne su promjene bile izražene na leukocitima. Te promjene smo opazili prvi puta 1948. godine, a izrazita oštećenja leukocita utvrdili smo naročito 1950. g. Od početnih normalnih vrijednosti leukocita opažena su razdoblja s niskim vrijednostima do najniže 3250. Dalje je postojala neutropenija do 45% (apsolutno do 1949), a zatim smo našli vrijednosti limfocita do 39%, ali i apsolutne limfopenije do 820, kao i monocitozu do 13%. Vrijednosti eritrocita i trombocita nisu bile promijenjene.

3. slučaj. Rentgenska tehničarka, 43 godine, radi od 1932. godine na vrlo ekspaniranom mjestu. Ustanovili smo oštećenja krvotvornih organa rentgenom. Bolesnicu smo promatrali 1948. i 1949. g. Ona je bolovala od 1946. g. od polimenoreja i metroragija, koje su nastale na temelju ovarijalne disfunkcije vjerojatno uzrokovane rentgenskim zrakama. Hematološki nalazi imali su izraziti karakter rentgenskih oštećenja. Uprkos metroragijama anemija nije bila izražena. Vrijednosti hemoglobina kretale su se od 69 do 76 po Sahliju, a broj eritrocita od 4,080.000 do 4,380.000. Postojala je međutim izrazito promijenjena leukocitarna slika. Našli smo naime leukopenije do 2150, apsolutne neutropenije do 1076. Vrijednosti limfocita pokazivale su kraj normalnih nalaza i apsolutne limfopenije do 703. Vrijednosti trombocita bile su 1948. g. upadljivo niske (do 104.000). Ističemo, da se je krvna slika u tri maha popravljala, kada je bolesnica bila na bolovanju.

4. slučaj. Rentgenska tehničarka, 34 godine, radi od 1937. godine na ekspaniranim radnim mjestima (na istom radnom mjestu kao bolesnica br. 3). Bolesnicu smo promatrali 1948. i 1949. g. Godine 1948. ustanovili smo leukopeniju do 3350 i neutropeniju do 47% (aps. 1254). Dalje smo našli limfocitozu od 39 do 46%, broj trombocita bio je snižen do 132.000, a i hemoglobin je bio lako snižen do 64%. Vrijednosti eritrocita nisu bile bitno snižene. Ustanovljene su morfološke promjene na neutrofilima, monocitima i limfocitima (promjene u strukturi i granulaciji).

5. slučaj. Rentgenska tehničarka, 35 godina, radi od 1933. godine. Bolesnicu promatramo od 1947. g. Kod bolesnice smo našli promjene u vrijednostima hemoglobina do 57 i eritrocita do 3,400.000. Vrijednosti leukocita bile su snižene do 3150, a neutrofila do 45% (apsolutno do 1512). Anemija i leukopenija su se razvile tek za vrijeme promatranja. Osim navedenog pojavile su se za vrijeme promatranja nepravilnosti mensesa (poslije amenoreja).

6. slučaj. Rentgenska tehničarka, 43 godine, radi od 1931. godine na vrlo ekspaniranom radnom mjestu. Bolesnicu smo promatrali 1948. i 1949. god. Kod bolesnice ustanovili smo razdoblja izrazitih anemija (hemoglobin do 51, eritrociti do 3,460.000, trombociti do 134.000, retikulociti do 2,2%). Osim toga smo našli 1949. g. razdoblja s nižim vrijednostima leukocita sve do 3450, neutrofile apsolutno do 1940 i lake limfocitoze do 45%. Kod bolesnice se radilo o anemiji zbog insuficijencije koščanc srži, koja je bila vjerojatno izazvana djelovanjem rentgenskih zraka, kao i o sideropeničnoj anemiji zbog kroničnog gastritisa. Dijafiza lijevog humera mjestimice je bila zadebljana, dok je inače pokazivala osteoporozu.

7. slučaj. Bolničarka, 51 godinu, od 1936. g. radi na vrlo ekspaniranom radnom mjestu (radijum). Bolesnicu promatramo od 1950. g. Kod bolesnice smo našli izrazite promjene na vrijednostima hemoglobina do 62, eritrocita do 3,640.000. Zatim smo utvrdili leukopeniju (3200) i apsolutnu neutropeniju do 1840. Vrijednosti trombocita bile su često niske sve do 116.000. Napominjemo, da smo kod prvog pregleda u

1950. g. ustanovili, osim relativno niže vrijednosti hemoglobina, normalne vrijednosti krvnih elemenata.

8. slučaj. Rentgenska tehničarka, 26 godina, radi na rentgenu od 1946. g. Bolesnicu promatramo od 1949. g. Za vrijeme promatranja razvila se anemija (hemoglobin do 63, eritrociti do 3,600.000), no više su bile izražene promjene na leukocitima (leukopenija do 3450). Postojala je i neutropenija do 41% (1400 apsolutno), monocitoza do 16%, a često i limfocitoza do 45,5%. Trombociti bili su sniženi i do 68.000. Bolesnica je bolovala od 1950. od menoragija, koju ginekolozi dovode u vezu s ekspozicijom rentgenskim zrakama, iako je kod bolesnice nađen mali miom veličine oraha i hipoplastički uterus. Tip krvne slike pokazuje umjerenu anemiju (usprkos metroragijama). Spomenute promjene na leukocitima govore za utjecaj rentgenskih zraka.

Kliničke slike oštećenja krvotvornih organa bile su većinom lake i prolazne, t. j. nakon uklanjanja s rada, odnosno nakon smanjenja intenzivnosti ekspozicije promjene su se postepeno vraćale na normalu. Samo kod tri slučaja mislimo, da je oštećenje trajnije. Vrijeme reparacije je različito (kratko od 4–6 tjedana), često je trajalo do 3 mjeseca, no može se produžiti i 1 do 2 godine. ELLINGER (27) smatra, da se leukocitarna slika obično regenerira tek poslije 6 do 8 nedjelja. U tome ima također velikih individualnih varijacija. S obzirom na navedeno mogu jedino češći pregledi otkriti izražena oštećenja krvotvornih organa, odnosno prve znakove oštećenja uzrokovanog zrakama rentgena i radijuma.

#### *Kožna oštećenja*

Kožna oštećenja su najčešća oboljenja, koja smo opazili. Od 105 liječnika 24 (22,8%) su bolovala od oštećenja kože, a od 104 pomoćne osobe 4 (3,8%). Zanimljivo je spomenuti, da su PIRCHAN i TEISINGER (13) pregledavajući sličan materijal kao mi (50 rentgenologa – radiologa), ustanovili 10 slučajeva (20%) kožnih oštećenja (većinom liječnici). Ti nalazi odgovaraju dakle našim iskustvima. Uzroke velikom broju kožnih oštećenja naveli smo već prije. Kožna oštećenja nastala su kod naših bolesnika najčešće zbog kronične ekspozicije rentgenskim zrakama, a mnogo rjeđe kao posljedica akutne radijacije. BERING i ZITZKE (22) ističu važnost rastrkanih zraka (»Streustrahlung«) za neke oblike kožnih oštećenja i raka.

Upadljivo je, da su se kod naših bolesnika s kožnim oštećenjima relativno rijetko pojavila i oštećenja krvotvornih organa. Od svih 28 kožnih oboljenja našli smo 3 slučaja, koji su pokazivali i znakove oštećenja krvotvornih organa. To se još jasnije vidjelo, ako uzmemo u obzir samo grupu liječnika. U toj su se grupi pojavila samo 2 slučaja oštećenja krvotvornih organa. Ta pojava bila bi nam jasna u slučajevima, gdje je zračenje zahvaćalo samo ograničeno područje (ruke). Ali mi smo tu pojavu opažali kod izvjesnog broja bolesnika s vrlo jakom i dugogodišnjom ekspozicijom (na slabo zaštićenim ili nezaštićenim aparatima). U vezi s time ističemo jedan slučaj raka na ruci, koji je bio

izazvan rentgenom, a koji je za cijelo vrijeme promatranja imao normalne krvne nalaze. RÖSSING (31) opisuje sličan slučaj, gdje se na jednoj ruci morala izvršiti amputacija svih prstiju, a nije bilo simptoma od strane krvotvornih organa. Smatramo, da su oštećenja kože naročito česta zbog toga, što je koža vrlo osjetljiva na rentgensko zračenje.

Kožna oštećenja kod naših bolesnika lokalizirala su se pretežno na rukama, i to više na desnoj. Zahvaćena je osobito dorzalna strana, premda smo vidjeli promjene i na volarnoj strani. U tim smo slučajevima opažali promjene crteža na vršcima prstiju. Palac je bio rijetko oštećen. Rjeđe nego na rukama opazili smo promjene na licu. Kod jednog bolesnika našli smo sumnjive kožne promjene na podlakticama, a kod drugog na potkoljenicama. Neki autori (8), (30) navode i druga mjesta kožnih oštećenja kao na pr. grudni koš (kod radnika u tvornicama rentgenskih aparata).

Ustanovili smo 5 slučajeva akutnih dermatitida. Kod jednog traumatologa, koji je obolio od akutne dermatitide, nismo mogli ustanoviti, da li se radilo o posljedici jednokratnog jakog, odnosno višekratnog relativno blažeg zračenja. Ostala tri oštećena traumatologa pokazivala su znakove akutne dermatitide izazvane relativno blažim zračenjem. Jedan od njih pokazivao je također i znakove kroničnih promjena. Sve akutne dermatitide izliječene su bez posljedica. Navedeni slučajevi odgovaraju Codmanovom drugom obliku rentgenskih oštećenja (10). S obzirom na karakter dermatitida (intenzivna upala), brzinu pojavljivanja poslije zračenja bez upale folikula i bez upadljivog gubitka dlaka i bez izrazite pigmentacije, kao i s obzirom na brzinu reparacija, smatramo, da su kod izazivanja tih upala sudjelovale prtežno meke zrake, kako to opisuje FLASKAMP (2). Akutne dermatitide izazvane tvrdim zrakama nastaju prema spomenutom autoru u toku faze reakcije, koje su karakteristične za kožnu eritemsku dozu. Nastaju tek na vrhuncu stadija pigmentacije s otokom folikula i ispadanjem dlaka. Razvoj im je s obzirom na izliječenje polaganiji. Rani eritem nismo opazili.

Kod bolesnika s kroničnim rentgenskim kožnim promjenama vidjeli smo lake i teške oblike. Vidjeli smo slučajeve epilacije, suhoće kože, eriteme, dermatitide, atrofije, ragade, hiperkeratoze, bradavice, ulcera, promjene na noktima i rak. Vrlo često nalazimo kod istog bolesnika u isto vrijeme najrazličnije promjene s obzirom na težinu, kliničke forme i starost promjena.

Među kožnim oštećenjima opazili smo kod tri bolesnika (1 liječnica i 2 medicinske tehničarke) dermatitide lica lokalizirane na vjeđama i susjednim predjelima kože lica. Upaljena je koža bila natečena i edematozna. Kod dva bolesnika upale su izazvale vrlo jake subjektivne simptome (intenzivan svrbež, iritacije oka, osjećaj, da koža peče i t. d.). Po napuštanju rada upale su se smirile. Kod jedne je bolesnice po ponovnoj ekspoziciji zrakama rentgena upala recidivirala. Kod 10 liječnika smo vidjeli gubitak crteža na jagodicama prstiju.

Kod 23 liječnika vidjeli smo tipične promjene na prstima, koje su se očitovale u promjeni boje i sjaja nokta, uzdužnim prugama, lomlji-

vosti i u promjeni oblika nokta. Imali smo jedan slučaj raka prstiju s metastazama u regionalnim limfnim žlijezdama. Dvije godine poslije amputacije prstiju i odstranjenja kubitarnih limfnih žlijezda još se nije ponovo pojavila neoplazma. Rak se razvio na koži, koja je bila oštećena zračenjem, i propagacija je išla limfnim putovima; smatra se, da je to karakteristično za rentgenski rak (2).

Opazili smo, da se rentgenolozi tuže najprije na osjećaj suhoće na koži osobito ruku i opažaju, da se ruke manje znoje. Vrlo često imaju, pogotovu poslije intenzivnog zračenja (masovnih pregleda), osjećaj, da ih eksponirana koža (većinom na rukama) peče i svrbi. U manjoj se mjeri tuže na razne parestezije, obično više na desnoj ruci.

#### *Oštećenja ostalih organa*

Kod jednog liječnika rentgenologa opazili smo oštećenje očiju, koje se očitovalo u pojavi katarakte u oba oka. Promjene na očima ustanovljene su poslije 11 godina rada rentgenom (u 34. g. života). Kraj detaljne analize specijalističkih nalaza i uspoređivanja nalaza s navodima iskusnih autora (COGAN [25]) bilo je vrlo teško isključiti neprofesionalnu etiologiju katarakte.

Oštećenja spolnih organa opazili smo kod dva bolesnika. Kod jednog se bolesnika radilo o atrofiji desnog testisa, koja se pojavila poslije 26 godina rada često na nezaštićenoj aparaturi. Drugi bolesnik bila je rentgenska tehničarka, koja je nakon 16 godina rada pokazivala posljednje dvije godine nepravilnosti u menstruaciji (hiporeje i amenoreje). Kod prvog slučaja je prema cijelom razvoju opće i profesionalne anamneze profesionalna etiologija s najvećom vjerojatnosti sigurna. Kod drugog je slučaja mnogo teže dokazati, da su nepravilnosti menstruacije bile izazvane zračenjem.

#### *Opće promjene*

Kod pregledanih smo često opažali tegobe, koje su se očitovale u osjećaju vrlo velike umornosti, slabosti, u nervozu, glavobolji i t. d. Vrlo je teško u konkretnom slučaju odrediti profesionalnu etiologiju tih tegoba. Navedene tegobe mogu biti izazvane, među ostalim, prevelikim radom, kao i radom u prostorijama bez dovoljne ventilacije.

#### LIJEČENJE

Liječenje kožnih oštećenja prikazujemo prema SCHWARTZU, TULIPANU i PECKU (23). Lakša kožna oštećenja izazvana rentgenskim zrakama liječe se slično kao toksične dermatitide. Kod teških bolnih i rezistentnih slučajeva navedeno liječenje ne dovodi do uspjeha. Kod tih slučajeva pomaže osobito ova mast:

|                     |         |
|---------------------|---------|
| Acidi borici        | 48,0    |
| Amyli tritici       |         |
| Zinci oxydati       |         |
| Talci veneti        |         |
| Bismuthy subnitrici |         |
| Ol. olivar          | āā 30,0 |
| Aquae calcis        |         |
| Lanolini            | āā 90,0 |
| Aquae rosae         | 48,0    |

Teleangiektazije liječe se uspješno s mašću, u kojoj je inkorporirana emanacija torija X. Kod dubokih ulcera indicirano je kirurško liječenje (nekroze), iako pomažu i masti s radijum emanacijom. Preporučuje se dalje položiti na ulcera svježi list kaktusa aloe vera (na 12 do 24 sata). Za suzbijanje općih tegoba preporučuju se antihistaminika i vitamini. Mi smo imali vrlo dobra iskustva pri liječenju kožnih oštećenja rentgenskim zrakama s jekovitol masti.

Oštećenja ostalih organa, koja su bila izazvana rentgenskim zrakama, liječe se po principima, koji se primjenjuju kod oštećenja druge etiologije.

Kožna oštećenja izazvana zrakama radijuma liječe se na isti način kao rentgenska kožna oštećenja. Liječenje lezija u ustima, koje su izazvane radijumom, odnosno radioaktivnim tvarima, sastoji se prema SCHWARTZU, TULIPANU i PECKU (23) u higijeni usne šupljine i prevenciji sepse; sekvestri se odstranjuju kirurški. Anemija se liječi uz obične metode i jetrenim preparatima. Velike doze amonijeva klorida smanjuju količine radijuma, koje su deponirane u tijelu. Za izlučivanje radijuma (radioaktivnih tvari) daju se hormoni paratiroidne žlijezde (parathormon). Poslije tog liječenja daje se kalcij.

Svi oni, koji su oštećeni zrakama radijuma i rentgenskim zrakama, treba da napuste eksponirani rad. Na svoje se radno mjesto mogu vratiti tek onda, kada su ozdravili, ali uz uvjet, da se je radno mjesto saniralo.

#### PROGNOZA

Prognoza oštećenja krvotvornih organa zavisi od težine oštećenja i od toga, da li su promjene reverzibilne. Većina je profesionalnih krvnih oštećenja reverzibilna i oporavlja se. U slučaju trajnih i teških oštećenja (pancitopenija, agranulocitoza) prognoza je teška. Akutna lakša kožna oštećenja imaju dobru prognozu, teža oštećenja imaju dugotrajan tok i može se razviti rak. Kronična kožna oštećenja u lakšim slučajevima mogu biti stacionarna. Opažali smo u pojedinim slučajevima i bitne regresije, tako da je bolesnik postao praktično zdrav, iako je aficirani predjel kože postao više osjetljiv na druge neprofesionalne nokse. Teža kožna oštećenja (i rak) obično progrediiraju polako ili brzo, stalno, odnosno intermitirajući s povremenim remisijama. Promjene

napreduju dalje, iako se prekine rad. Rak kože izazvan rentgenskim zrakama, odnosno zrakama radijuma relativno je benignan (22). Zanimljiv je navod FLASKAMPA (2), da nije vidio ni u jednom slučaju letalni završetak kod raka izazvanog terapijom. Koža oštećena rentgenskim zrakama osjetljivija je na ponovna i manja zračenja. Osobe, koje su preboljele otrovanja radijumom, trajno su preosjetljive i na male, inače bezopasne doze (KÖRBLER [7]).

Oštećenja radijumom (osim oštećenja gena) imaju tendenciju da se oporave, ako ekspozicija nije bila prevelika (5). Inače vrijedi ostalo kao kod rentgena. Kod osoba, gdje je došlo do depozicije radijuma (radioaktivnih tvari) prognoza zavisi od količine tih tvari u tijelu. Prema JONES i DAYJU (10) izlučuje se radijum najprije brzo (90%) preko stolice, 10% preko mokraće, tako da ga za tjedan dana ostaje u tijelu samo 10% od primljene količine. Poslije toga je izlučivanje polagano. Ostatak je vezan u kostima, a manje u jetri, slezeni i srcu. EVANS, CURTISS i BINKS (10), (5), (32) smatraju, da maksimalno dopuštena količina radijuma u tijelu ne bi trebala biti veća od 0,1 mikrograma. Depozicija 2 mikrograma u tijelu je fatalna (5). Deponiranu količinu možemo bar približno odrediti prema količini radijum-emanacije u ekspiriranom zraku. Prema tome koncentracija radijum-emanacije u ekspiriranom zraku ne bi smjela prema mišljenju EVANSA (10) i CURTISSA (5) biti veća od 10–12 curie na 1 litru. Jedinica curie je količina radijum-emanacije, koja se stvara iz jednog grama radijuma i stoji s njim u ravnoteži.

#### RADNA SPOSOBNOST

Kod akutnih oštećenja kože zavisi radna sposobnost od stupnja i mjesta oštećenja. Kod eritematoznog stadija nesposobnost za rad traje obično 3 do 6 tjedana, kod buloznog 6 do 13 tjedana (katkada i više), a kod gangrenoznog traje ona obično dugo i teško ju je unaprijed precizirati. Kod kroničnih promjena kože traje radna nesposobnost dugo, a često izaziva potrebu, da se trajno napusti svaki rad s rentgenom. Oštećenja krvotvornih organa vrlo su često reverzibilna. Radna nesposobnost traje do reparacije i stabilizacije krvne slike. Krvne se promjene kod lakših slučajeva rijetko popravljaju prije 4 do 6 tjedana, a kao putokaz služi razvoj krvnih slika kod ponovljenih pregleda. Teža oštećenja imaju dulju radnu nesposobnost već prema težini lezije (3–6–12 mjeseci, eventualno i više). Često je potrebna promjena zvanja. Kod oštećenja očiju i pogotovu kod oštećenja gonada potrebno je odmah napustiti eksponirani rad s rentgenom. Radna sposobnost kod oštećenja radijumom i radioaktivnim tvarima određuje se analogno kao kod rentgena.

Oboljenja uzrokovana rentgenskim i radijumskim zrakama nastala kod osoba zaposlenih u rentgenskim i radijumskim ustanovama smatraju se prema Naredbi o profesionalnim oboljenjima (Sl. list br. 98 od 6. XII. 1946.) nesrećom u poslu.

## Z A Š T I T A

Prevenција oštećenja rentgenskim zrakama i zrakama radijuma ima veliko značenje s obzirom na zaštitu zaposlenog osoblja i bolesnika, koji dolaze na pregled i liječenje.

Najvažnija je tehnička zaštita rentgenske aparature, koja mora biti tako uređena, da propušta što manje primarnih i sekundarnih rentgenskih zraka (oklopljivanje olovom, kabine i t. d.). Važna je i ispravna osobna zaštita (pregače i rukavice). Dalje je potrebna zaštita od struje visokog napona (potpuna izolacija vodova i uzemljenje) i štetnih plinova (nitrozni plinovi i ozon). Rad s radijumom i radioaktivnim tvarima traži također vrlo opsežnu tehničku i osobnu zaštitu. Upućujemo na naš Pravilnik, koji sadržava odredbe za zaštitu zaposlenih kao i na stručne udžbenike (3). Pravilnik o zaštitnim mjerama pri radu s rentgenskim uređajima (Sl. list br. 100 od 26. XI. 1947.) sadržava sve propise, koji vrijede pri tim radovima u našoj zemlji. U prvom poglavlju prikazana je zaštita od električne struje visokog napona (čl. 1-20), u drugom zaštita od rentgenskih zraka (čl. 21-48), a u trećem poglavlju zaštita od radioaktivnog zračenja (čl. 49-68). U četvrtom poglavlju iznesene su zaključne odredbe (čl. 69-71).

Zaštita osoblja pri radu s radijumom sastoji se u ispravnom izboru zdravih radnika, koji ne pokazuju abnormalne promjene u krvnoj slici. Osobna zaštita sastoji se u sprečavanju povećane ekspozicije. To postizavamo povećavanjem udaljenosti tijela pri radu od izvora zračenja (koliko god je to moguće) i skraćivanjem pojedine radne operacije na najkraće vrijeme. Koncentrirani preparati ne smiju doći u doticaj s kožom bilo kojeg dijela tijela. Redovni medicinski pregledi osoblja (krv, koža, opći simptomi) vrlo su važni za otkrivanje oštećenja. Postoje dalje specijalne odredbe za manipulaciju i prijenos radijuma i radioaktivnih tvari (5).

Detekcija količine radijacione energije pri radu s rentgenom može se izvesti na razne načine (1), (3), (5): aparaturama, koje se osnivaju na ionizaciji (ionizacione komore, Geiger-Müllerovi brojači) i fotografskim filmom. Kao indeks oštećenja mogu poslužiti i hematološki nalazi. Pri tome treba odrediti vrijednosti hemoglobina, broj eritrocita i leukocita, diferencijalnu krvnu sliku, uključujući procenat polinukleara, malih i velikih limfocita (odijeljeno), eozinofila i bazofila, trombocite, sedimentaciju i koagulacijski test. GOODFELLOW (5) smatra, da je znak povećane ekspozicije leukopenija izazvana smanjivanjem broja neutrofila u cirkulaciji. Kod jako osjetljivih osoba prvi znak povećane ekspozicije sastoji se u apsolutnoj limfocitozi s apsolutnom leukopenijom. Kod manje osjetljivih osoba pokazat će se limfocitemija s monocitozom. Eozinofilija često je rezultat povećane ekspozicije kao i abnormalne leukocitoze.

Način rada je vrlo važan za zaštitu. Brzi rad i ispravna tehnika rada mogu spriječiti nepotrebno dugo vrijeme ekspozicije, a i prejaku intenzivnost zračenja.



U tablici 10 prikazane su površne doze kod dijagnostičkih pregleda prema MARTINU (11), a u tablici 11 učinak radijacije na gonade prema KOLLERU (11). Eritem na koži izaziva prema SCHWARZWALDU (1) zračenje rentgenom u jačini iznad 550–600 r.

Tablica 10

*Površne doze kod dijagnostičkih pregleda prema Martinu (11)*

|  |   |
|--|---|
| Grudni koš                                       | 0,04–0,4 r/film   |
| Srce   | 0,1–0,4 r/film  |
| Srce kimograf                                    | prosječno 2 r/film  |
| Lubanja i sinusi                                 | 4 r/film (A. P.), 1–2 r/film (L)                                    |
| Gastrointestinalni trakt<br>(s barijevom kašom)  | prosječno 5 r/film (4–8 r) a  |
| Kralježnica                                      | prosječno 5 r/film (2–34 r)   |
| Žučni mjehur                                     | 1,5–4 r/film (kolecistogram)  |
| I. v. pielografija                               | 0,5–1,5 r/film  |
| Zubni pregledi                                   | prosječno 5 r/film  |
| Graviditet                                       | 24 r/film (super-infer. projekcija)<br>10 r/film (druge projekcije) |
| Graviditet (mjerenja)<br>(doza na ovarije)       | 0,2 r/film  |
| Dijaskopija                                      | područje doza od 10 do 20 r/min<br>(5 min = 50–100 r)               |
| Rentgenski kinematografi<br>(oksfordska tehnika) | 4–8 r/sek. (80 filmskih slika = 64 r)                               |

Tablica 11

*Utjecaj radijacije na gonade prema Kolleru (11)*

|                          | muški       | ženske            |
|--------------------------|-------------|-------------------|
| a) Trajna sterilnost     |             |                   |
| čovjek . . . . .         | 500–600 r   | 300–320 r         |
| miš i štakor . . . .     | 1600–3000 r | 800–1500 r        |
| drosophila . . . . .     | 12000 r     | 5000 r            |
| b) Temporarna sterilnost |             |                   |
| čovjek . . . . .         | 250 r (12)* | 170 r (12–36)*    |
| miš . . . . .            | 800 r (4)*  |                   |
| kunić . . . . .          |             | 1500–2000 r (24)* |

\* = trajanje u mjesecima

Vrlo su važni pregledi prije nastupa rada kao i redovni periodični pregledi, jer oni imaju otkriti početna oštećenja. Rentgenskim zrakama i radijumom ne smiju raditi osobe, koje su bile teže ili trajno oštećene. Zatim ne smiju raditi osobe, koje su pretrpjele oštećenja ili bolesti krvotvornih organa izazvana kojom drugom noksom. Kontraindiciran je rad rentgenom i radijumom osobama, koje boluju od koje kronične infektivne bolesti, bolesti mijene tvari ili unutrašnje sekrecije (poremećenje menstruacije i t. d.). Isto tako treba zabraniti, da gravidne žene, odnosno tri mjeseca poslije poroda, rade na poslovima, gdje postoji opasnost od oštećenja rentgenskim zrakama ili radijumom.

Naredba o obaveznom vršenju periodičnih medicinskih pregleda radnika (Sl. list br. 48 od 6. VI. 1947.) određuje, da se radnici u rentgenskim kabinetima i laboratorijima kao i pri radovima primjene radijuma i radioaktivnih materijala moraju liječnički pregledati prije primitka u posao. Dalje prema toj naredbi treba vršiti i periodične preglede, i to svakih 6 mjeseci.

S obzirom na to, da i kod najbolje uredene aparature i kraj mnogih zaštitnih mjera ipak postoji za medicinsko i tehničko osoblje opasnost od zračenja, bilo je potrebno da se odrede maksimalne doze tolerancije. Pogotovu je to važno kod rada s uređajima, koji nisu dovoljno zaštićeni.

Maksimalne doze tolerancije, t. j. količine energije zračenja, koje mogu zaposlene osobe primiti za vrijeme rada (dnevno, tjedno i t. d.) bez štete za svoje zdravlje, ne određuju suglasno svi autori. Priklanjamo se mišljenju FAILLAE (17), koji te količine za obične zrake rentgena i gama-zrake iznosi ovako:

1. Dopuštena granica ekspozicije cijelog tijela: 0,3 r na tjedan mjereno u zraku.

2. Dopuštena granica ekspozicije samo za ruku: 1,0 r na tjedan, mjereno u zraku.

3. Dopuštena granica za jednu jednokratnu ekspoziciju cijelog tijela za cijeli život:

a) osobe od 21 do 45 godina 25 r,

b) osobe preko 45 godina 50 r.

BINKS (32) preporučuje na temelju najnovijih iskustava, da se kod zračenja rentgenskim zrakama i gama-zrakama snizi dopuštena doza na 0,5 r na tjedan.

Naš Pravilnik o zaštitnim mjerama pri radu s rentgenskim uređajima i radioaktivnim materijama (čl. 22) propisuje, da zaštita mora biti izrađena tako, da ni jedna osoba zaposlena pri rentgenskom postrojenju (dijagnostičkom) na bilo kojem mjestu u prostorijama ne primi veću dnevnu dozu od 0,25 r (dakle 1,5 r tjedno), a u oblasti spolnih organa 0,025 r. Kod rentgenske terapije ne smiju zaposleni primiti više od 0,025 r dnevno.

U Kanadi ne smije medicinsko osoblje primiti više od 0,05 r, u Engleskoj 0,2 r, u USA i u Švedskoj 0,1 r za vrijeme od 24 sata (10), (34).

Zrak u prostoriji, gdje se radi radijumom kao i radioaktivnim tvarima, ne smije sadržavati više od  $10^{-10}$  do  $10^{-11}$  curie radijum-emanacije na 1 litru zraka.

Da se postigne dosada navedena zaštita eksponiranog osoblja, potrebno je odrediti ispravan režim rada, radno vrijeme i riješiti pitanje potrebnog godišnjeg odmora. ALBERS-SCHÖNBERG (3) iznosi, da se radno vrijeme treba uskladiti s nalazima količina radijacione energije na pojedinom radnom mjestu. To znači, da bi duljina vremena rada trebala trajati do onog vremena, do kojeg je zaposleni dosegnuo dopuštenu količinu energije zračenja (t. j. dozu tolerancije). Prema tome bi se duljina radnog vremena morala posebno odrediti za svako radno mjesto. Radna mjesta s nedovoljnom tehničkom i osobnom zaštitom morala bi imati kraće radno vrijeme. Radni uvjeti, pod kojima radi naše medicinsko osoblje, unatoč velikom napretku posljednjih godina, nisu još na mnogim mjestima usklađeni prema propisima našeg Pravilnika, i relativno često dovode u opasnost zdravlje zaposlenih. Potrebni su zato česti periodični pregledi, da se mogu otkriti rana oštećenja i zaštititi zaposleno osoblje. Dalje treba pojačati tehničku kontrolu svih aparatura (uredaja) kao i osigurati sredstva za osobnu zaštitu.

Prema našim propisima (koji nisu jednaki u svim republikama) imaju rentgenolozi, radiolozi i ftizeolozi i njihovo medicinsko osoblje pravo na 30 dana dopusta. U vezi s tim smatramo ispravnim navod GOODFELLOWA (5), da dopusti manji od 4 nedjelje nemaju vrijednosti za restauraciju krvne slike. Prema tome ne bi se trebali godišnji dopusti cijepati na kraća vremenska razdoblja. Smatramo također, da pitanje duljine rada i godišnjih odmora nije kod nas još konačno ispravno riješeno, jer ne postoji kontrola zaposlenog osoblja na pojedinim radnim mjestima s obzirom na primljene količine radijacijske energije.

*Institut za higijenu rada,  
Zagreb*

#### LITERATURA

1. Kogoj, F.: Dermatovenerološka propedeutika, 1947.
2. Flaskamp, W.: Über Röntgenschaden und Schaden durch radioaktive Substanzen, 1930.
3. Albers-Schönberg: Die Röntgentechnik, Vol. I, 1941.
4. Herlyn, R. E., Lohstöter, J.: Praktikum der Röntgendiagnostik, 1937.
5. Patty, F. A.: Industrial Hygiene and Toxicology, Vol. II, 1948.
6. Ingram, M.: Health Hazards in Radiation Work, Science, Vol. III. (1950) 103.
7. Körbler, J.: Radioterapija, 1930.
8. Bureau international du travail: Hygiène du travail, Vol. II, 1932.
9. Desjardins, A. U., Williams, M. M. D.: Radium, J. A. M. A., 207 (1936) 130.
10. Hamilton, A., Hardy, H. I.: Industrial Toxicology, 1949.
11. Koller, P. C.: The Biological Basis of Radiation Effects in Man, The Proc. of the IX. Int. Congress on Ind. Med. London, 1948.
12. Koelsch, F.: Handbuch der Berufskrankheiten, Vol. I-II, 1937.

13. *Pirchan, A., Teisinger, J.*: Profesionalní změny obrazu krevního u roentgenologů, radiologů a pomocného personálu. Čas. lék. čes., 39 (1933) 1175.
14. *Wintrobe, M. M.*: Clinical Hematology, 1946.
15. *Teisinger, J.*: Nebezpečí práce s roentgenem a ochranná opatření. Čas. lék. čes., 81 (1942) 1015.
16. *Cronkite, E. P.*: Ionizing Radiation Injury, J. A. M. A., Vol. 139, No. 6 (1949) 366.
17. *Failla, G.*: Permissible Limits of Exposure to Ionising Radiations, The proc. of the IX. Int. Congress on Ind. Med. London, 1948.
18. *Genaud, P. E.*: Le syndrome clinique des irradiés par l'explosion atomique, La Presse Med., 33 (1949) 443.
19. *Bowers, J. J.*: Acute Radiation Syndrome, J. A. M. A., Vol. 145, No. 2 (1951) 63.
20. *Reckers, P. E., Field, J. B.*: Control of Hemorrhagic Syndrome and Reduction in X - Irradiation Mortality with a Flavanone [rutin], Science, No. 2766 (1948) 16.
21. *Smith, T. S., Jacobson, L. O., Spure, C. L.*: A Coagulation Defect Proceed by Nitrogenmustard, Science, Vol. 107, No. 2784 (1948) 474.
22. *Bering, F., Zitzke, E.*: Berufliche Hautkrankheiten, 1935.
23. *Schwartz, L., Tulipan, L., Peck, S.*: Occupational Diseases of the Skin, 1947.
24. *Simonin, C.*: Medicine du travail, 1950.
25. *Cogan, D. G.*: Lesions of the Eye from Radiant Energy, J. A. M. A., Vol. 142 No. 3 (1950) 145.
26. *Gergelj, E.*: O novijim oblicima oštećenja zracima, Med. pregled, 7 (1950) 145.
27. *Ellinger, F.*: Die biologischen Grundlagen der Strahlenbehandlung, 1935.
28. *Markees, S., Käser, O., Lanz, R.*: Brenztraubensäurestoffwechsel in der normalen und pathologischen Schwangerschaft und Röntgenbestrahlung, Schw. med. Woch., 40 (1950) 1079.
29. *Rössing, P.*: Über eine ungewöhnliche Form der Radiumvergiftung in der Leuchtfarbenindustrie, Arch. f. Gewerbepath. und Gewerbehyg., Vol. II, No. 3 (1942) 395.
30. *Browning, E.*: Blood Changes in Luminizers Using Radioactive Material, Brit. Med. Journal, 12 (1949) 428.
31. *Rössing, P.*: Roentgenschädigungen in der Metalindustrie, Arch. f. Gewerbepath. und Gewerbehyg. Vol. 12, No. 1 (1943), Prema Bull. of Hyg., Vol. 22, No. 9 (1947) 573.
32. *Binks, W.*: Protection against Ionising Radiations, Proc. of the IX. Int. Congress on Ind. Med. London, 1948.
33. *Ellinger, F.*: Die Histaminhypothese der biologischen Strahlenwirkungen, Schw. med. Woch. No. 3 (1951).
34. *Glocker, R.*: Iskustva o mjerama rentgenske zaštite u medicinskim postrojenjima 1951. Prema referatu Dr. Čičin-Šaina.
35. *Spear, F. G.*: The Biological Effects of Penetrating Radiations, The British Journal of Radiology, Vol. XX, No. 240 (1947) 489.

#### SUMMARY

#### LESIONS THROUGH EXPOSURE TO X-RAYS AND RADIUM RAYS IN THE MEDICAL PERSONNEL IN THIS COUNTRY

The author discusses the results of periodical examinations of physicians and of auxiliary medical personnel occupationally exposed to X-rays and radium rays in the period from 1946 to 1951. 209 persons were examined and 700 complete hematological examinations were carried out. The frequency of occupational lesions is shown in tables 4-8.

The following facts transpire as significant:

(1) A strikingly greater frequency of lesions of hematopoietic organs in the group of auxiliary medical personnel (5.7%) than in physicians (1.9%). The author

believes this to be caused by a longer exposure to radiation of the whole body because of inadequate personal and technical protection and sometimes also by incorrect attitudes of the auxiliary personnel during work.

(2) A strikingly low number of lesions of hematopoietic organs in persons having suffered X-ray skin lesions (i. e. 3 in 28). This was found out also in more severe long-lasting lesions; thus there were normal hematological findings even in a patient with a cancer of the fingers and with metastases in regional lymph glands. These rare lesions of hematopoietic organs were met with also in patients with X-ray skin lesions, the majority of whom did not use protective aprons, their whole bodies having thus been exposed to radiation. It was therefore not surprising to find lesions of the testis in one case. The author attempts to explain these phenomena by the selective sensibility of the skin to X-ray radiation and by a longer exposure of often unprotected doctor's hands to the very source of radiation.

(3) When there was a lesion in hematopoietic organs there was also a tendency towards leucopenia, neutropenia and relative lymphocytosis. In absolute numbers of lymphocytes there are large numbers of lymphopenias. The monocyte findings were often on the upper limit of normal. Morphological changes on leukocytes were found as well. Lower hemoglobin values were found in all patients; lower erythrocyte values were found in 4 and lower thrombocyte values in 6 of the 8 with lesions of hematopoietic organs.

(4) The clinical pictures of lesions of hematopoietic organs were predominantly light and transitory. Therefore exposed persons should often have their blood picture checked because otherwise those lesions risk to remain undiscovered.

(5) There were 24 out of 105 doctors (22.8%) and 4 out of 104 auxiliary medical personnel (3.8%) suffering from occupational skin lesions. This difference is accounted for by the different kind of exposure and by the lack of adequate hand protection in the group of physicians.

(6) The conditions of work of our medical personnel are not yet - in spite of the great progress achieved in the last few years - up to the standards of the Regulation on Protective Measures relating to work with X-ray installations and radioactive materials. Therefore the technical supervision of all installations should be carried out and adequate means for personal protection secured. Moreover, there should be frequent periodical examinations of those concerned in order to discover initial lesions and protect them in time. The question of the length of work and of annual leaves has not been definitely settled because so far the personnel is not being checked for the degree of exposure to radiation energy.

*Institute of Industrial Hygiene,  
Zagreb*