



Izabrana poglavlja iz skripte « Uvod u radiologiju »

UVOD

RENDGENOLOGIJA (naziv izveden od prezimena njemačkog fizičara Wilhelma Conrada Röntgena; engl. roentgenology; franc. radiologie; tal. radiologia; njem. Roentgenologie) je nauka o svojstvima rendgenskih zraka (x zraka) i njihovoj praktičnoj primjeni u različitim strukama npr. medicini, veterini, biologiji, tehnologiji i poljoprivredi. S obzirom na sve učestaliju primjenu različitih vrsta zračenja danas se upotrebljava češće izraz **radiologija** koji u našem, njemačkom i nekim drugim jezicima označava nauku širu od rendgenologije, tj. nauku koja obuhvaća ne samo rendgenska nego i druga elektromagnetska te korpu-skularna zračenja.

Medicinska radiologija se može definirati kao znanost koja proučava i primjenjuje ionizirajuće zračenje u dijagnostici i terapiji. Ionizirajuće zrake su one koje imaju dostatnu energiju da izazovu cijepanje električki neutralnih atoma na ione. Najčešće se upotrebljavaju elektromagnetski valovi (rendgenske i gama zrake) te korpuskularne zrake (alfa, beta, neutronske zrake).

Radiologija, kao zasebna grana medicine je nastala zahvaljujući epohalnom otkriću njemačkog fizičara W. C. Röntgena, koji je 08. studenog 1895. godine otkrio nove, do tada nepoznate zrake. Te nepoznate zrake Röntgen je nazvao *x zrake*, koje su njemu u čast nazvane rendgenskim zrakama.

Medicinska radiologija, kao nova grana medicine i znanosti, usko je povezana s tehničkom revolucijom modernog i dostignućima atomskog doba. Možda nije previše pretenciozno tvrditi da u današnje doba može razvitak



radiologije biti indikator tehničke i medicinske kulture jednog naroda te gospodarske moći jedne sredine.

Do otkrića rendgenskih zraka patološki proces se mogao objekti-vizirati samo na operacijskom, odnosno obdukcijском stolu. Tehnološki razvoj rendgenske aparature osim što je omogućio preciznu za životnu dijagnostiku, omogućio je i praćenje razvoja patološkog procesa, uočavanje komplikacija te procjenu rezultata i efikasnosti liječenja itd. Upravo zbog toga radiologija ima velike zasluge za razvoj znanosti krajem prošlog i početkom ovog stoljeća, jer je stvorila solidne osnove za prodor egzaktnog mišljenja i eksperimenta u medicinskoj znanosti.

Dijagnostička radiologija, **radiodijagnostika**, zahvaljujući brzom razvoju rendgenske aparature, sve većem znanju i umješnosti radiologa, postala je centralna dijagnostička disciplina u humanoj medicini omogućivši interpretaciju patoloških promjena *in vivo*. Danas ne postoji niti jedan organ ili dio tijela koji se ne može prikazati pomoću neke od metoda rendgenske dijagnostike.

Terapijska radiologija, **radioterapija** ili radiološka onkologija, razvila se naročito u posljednja tri desetljeća, kada su konstruirani snažni visokovoltazni aparati, koji emitiraju zračenje visokih energija i velike prodornosti (betatroni, linearni akceleratori), a u terapiju su pored prirodnih uvedeni i pojedini umjetni radioaktivni izotopi.

Razvitak **radiobiologije** je također doprinos sve većoj efikasnosti radioterapijskih metoda u liječenju malignih bolesti raznih vrsta i lokalizacija, tako da radiološka onkologija danas predstavlja uz kirurgiju i kemoterapiju glavno oružje u liječenju malignoma.



TUMAČENJE POJMOVA KOJI SE NAJČEŠĆE KORISTE U RADIOLOGIJI

Rendgenologija – je nauka o svojstvima rendgenskih zraka i njihovoj primjeni u različitim strukama, primjerice u medicini, veterini, biologiji i poljoprivredi. Naziv je izveden od prezimena izumitelja rendgenskih zraka, njemačkog fizičara Wilhelm Conrad Röntgena.

Radiologija – je nauka o svojstvima i praktičnoj primjeni ne samo rendgenskih nego i drugih elektromagnetskih te nekih korpuskularnih zračenja (ionizirajuće zračenje). S obzirom na sve širu primjenu različitih vrsta zračenja danas se češće rabi izraz radiologija, koji u našem, njemačkom i nekim drugim jezicima označava nauku širu od rendgenologije.

Medicinska radiologija – je nauka o primjeni ionizirajućeg zračenja u medicini, i to u dijagnostičke i terapijske svrhe.

Radiodijagnostika – podrazumijeva uporabu rendgenskih zraka u dijagnostičke svrhe.

Radioterapija – podrazumijeva uporabu ionizirajućeg zračenja u terapijske svrhe.

Radijacija – (lat. radiatio) zračenje.

Radiografija – (lat. radium, grč. grafia – pisanje) stvaranje snimaka pomoću rendgenskih zraka, odnosno rendgenskih uređaja.

Radiogram – (lat. radium, grč. gramma – pismo, pisano) slika stvorena pomoću rendgenskih zraka (rendgenogram).

Radiofotografija (fluorografija, eng. miniature radiography) – metoda indirektna rendgenske fotografije. Slika organa, koja nastaje na ekranu,



snima se fotografskim aparatom. Treći internacionalni kongres fluorografije u Stockholmu 1958. prihvatio je za ovu snimku naziv *radiophotographie* i usvojio službenu kraticu RP (Radio-Photographie). Suvremeno radiofotografsko snimanje omogućava izradu malih formata (10 x 10 cm). Radiofotografija je znatno jeftinija nego snimanje na filmu normalnog formata. Nekad se masovno provodila radiofotografija pluća radi otkrivanja prikrivenih slučajeva plućne tuberkuloze.

Povijest. Talijani Batelli i Garbasso opisali su prvi u časopisu *Il nuovo cemento* (1895.) uređaj za radiofotografsko snimanje. Nešto kasnije je Bleyer (USA) objavio u časopisu *The Electrical Engineer* rad u kojem je opisao model svog fotofluorskopa. Niz pionira radiofotografije radio je godinama na usavršavanju ove metode, ali je tek 1936. Abreu (Brazil) uspjelo uvesti radiofotografsko snimanje pluća kao rutinsku pretragu. Od tada se radiofotografija primjenjuje u sve većim razmjerima i u svim zemljama svijeta postaje jedna od najvažnijih metoda u otkrivanju i suzbijanju tuberkuloze. Prva fluorografska snimanja na našim područjima izvršili su Gvozdanović i Ivančić 1940.

Tomografija (slojevno snimanje) – varijanta je rendgenskog snimanja, koja omogućuje prikaz pojedinih slojeva nekog organa. Princip slojevnog snimanja temelji se na kretanju rendgenske cijevi i kasete s filmom u različitim smjerovima za vrijeme snimanja. Cijev opisuje lučnu putanju, a kasete s filmom se linearno giba u suprotnom smjeru. Kao središte rotacije rendgenske cijevi odredi se ona dubina u tijelu bolesnika u kojoj se nalazi ravnina koju želimo prikazati. Sve točke u toj ravnini projiciraju se uvijek na isto mjesto rendgenskog filma tijekom njegova gibanja i zato su oštro prikazane. Točke koje se nalaze iznad ili ispod odabranog sloja mijenjaju svoju projekciju na filmu i zato su



njihove sjene neoštre. Na taj se način na snimci oštrinom izdvaja odabrani sloj nekoga organa pa su i njegove patološke promjene oblika ili strukture jasno vidljive. Za razliku od sumacijske snimke organa, na slojevnoj snimci mogu se prikazati i analizirati čak i vrlo male strukture smještene u dubini organa. Uređaji za slojevno snimanje su toliko usavršeni da omogućuju prikaz npr. pojedinih slušnih kostiju. Opisana tehnika najčešće se primjenjuje za prikaz patoloških promjena u plućnom parenhimu, kostima, a nerijetko se kombinira s kontrastnim prikazom kanalnog sustava bubrega ili žučnih kanala. Slojevno snimanje služi kao dodatna metoda rendgenskim snimkama kada za to postoji opravdani razlog. Razvojem *imaging* tehnika (ultrazvuk, kompjutorizirana tomografija i magnetska rezonanca) slojevno snimanje je potisnuto iz uporabe.

Radioskopija (dijaskopija, prosvjetljavanje) – je metoda promatranja pojedinih organa ili organskih sustava na rendgenskom fluorescentnom ekranu. Najjednostavniji uređaj za prosvjetljavanje koji se danas više ne koristi sastoji se od rendgenske cijevi i fluorescentnog ekrana. Pri prolazu rendgenskih zraka kroz promatrani dio bolesnikova tijela dolazi do njihovog različitog slabljenja, uslijed različite apsorpcije u pojedinim tkivima. Nakon izlaska iz tijela bolesnika različito oslabljene zrake padaju izravno na fluorescentni sloj ekrana i izazivaju različit intenzitet svjetlucanja pojedinih točaka. Nastaje vidljiva slika prosvjetljava organa. Prednost ove metode pred rendgenskim snimanjem je mogućnost promatranja organa u duljem vremenskom razdoblju, što omogućuje promatranje funkcije. Nedostatak ove tehnike je znatno veća doza rendgenskog zračenja u usporedbi s radiografijom, kod koje se vrijeme izloženosti zračenju mjeri djelićima sekunde. Drugi nedostatak je slab intenzitet svjetlosnih zraka oslobođenih na fluorescentnom ekranu pa se prosvjetljavanje mora obavljati u



zatomnjenoj prostoriji. Velik na-predak krajem šezdesetih godina ovog stoljeća predstavlja uvođenje elektronskog pojačala, koje omogućuje pojačavanje intenziteta svjetlosne zrake uz smanjenje doze zračenja. U elektronskom pojačalu se rendgenske zrake najprije pretvaraju u svjetlosne, a ove u snopove elektrona. Nastali elektroni se ubrzavaju u električnom polju visokog napona (20 do 40 kV), zatim padaju na fluorescentni ekran na kojem izazivaju svjetlucaje, koje je nekoliko tisuća puta jače nego na ekranu bez elektronskog pojačala. Ovakva slika može se promatrati na danjem svjetlu, snimiti televizijskom kamerom i prenijeti na televizijski monitor i filmsku vrpcu. Dijaskopija pri danjem svjetlu, uz znatno smanjenje doze rendgenskog zračenja, otvorilo je put razvoju radiologije i uvođenju brojnih dijagnostičkih metoda, kao angiografije, kardiografije, raznih metoda pregleda probavnog trakta itd. Ujedno, ovakvo tehničko poboljšanje omogućilo je i kasniji razvoj terapijskih metoda iz područja intervencijske radiologije. Danas je prosvjetljavanje nezamjenjivo u brojnim radiološkim pretragama, iako za neke organe, u prvom redu pluća i kosti, rendgenska snimka zbog bolje oštine prikaza detalja ostaje temeljna radiološka pretraga.

Radiokinematografija – radiološka tehnika koja omogućava vjeran prikaz organa pri fiziološkim pokretima (jednjak, srce itd.). Temelji se na uporabi filmske kamere u radiodijagnostici. Metoda može biti: izravna (starije tehnike) i neizravna – indirektna. Kod neizravne metode je kinokamera postavljena izravno na elektronsko pojačalo rendgenskog uređaja. Rendgenski kinematografski sustav ima pulsni generator sinkroniziran s kinokamerom, a mogućnosti su snimanja 90 do čak 150 slika u sekundi. Kinoradiografska je slika monitorirana na TV – ekranu, koji se uobičajeno koristi za dijaskopiju.



Radiolog – rendgenolog (lat. radium, grč. logos – riječ, govor; um, razum, moć mišljenja i rasuđivanja) liječnik specijalist radiologije (rendgenologije).

Radij (lat. radium) – element (Ra) s atomskim brojem 88, koji su 1898. otkrili Pjer i Maria Kiri (Curie) i Blemon (Blémont), obrađujući smolinac (prirodni oksid urana). Radij je radioaktivan i javlja se kao raspadni produkt urana u svim uranovim mineralima.

Vrijeme poluraspada radija iznosi 1580 godina.

Radioaktivno zračenje (lat. radium, activitas – djelatnost) – je zračenje koje nastaje prilikom raspada nestabilnih izotopa pojedinih elemenata. Pri takvom raspadu nastaju ionizirajuća alfa, beta i gama zračenja. Alfa i beta zrake se ubrajaju u korpuskularna zračenja, dok su gama zrake elektromagnetski valovi. Radioaktivnost je otkrivena godinu dana nakon otkrića rendgenskih zraka. 1896. francuski fizičar Becquerel (čitaj: Bekerel) ispitivanjem nekih ruda uranija, primjetio je da se u okolini rude javljaju nove vrste zračenja, koja djeluju na fotografsku ploču zaštićenu od djelovanja vidljivog svjetla. Svojstva tih zraka bila su slična svojstvima rendgenskih zraka.

Radioaktivni atomi – su atomi čija jezgra (nukleus) je nestabilna pa će se kad tad spontano raspasti, pri čemu će emitirati elektromagnetsko i korpuskularno zračenje.

Prirodni (radioaktivni) elementi čija se transformacija završava određenim radioaktivnim elementom, kao i svi elementi koji u toku ovog procesa proizlaze, čine određenu porodicu radioaktivnih elemenata. Tako npr. postoji porodica uranijum – radijum: počev od uranijuma 238, iz kojeg poslije dezintegracije uz emisiju beta i gama zračenja nastaje olovo 206.



Neophodno je poznavati pojam trajanja transformacije radioaktivnog elementa. Pod *vremenom poluraspada* se podrazumijeva vrijeme koje je neophodno da jedan radioaktivni element izgubi polovinu svoje radio-aktivnosti.

Radiobiologija – znanstvena grana koja se bavi izučavanjem djelovanja ionizirajućeg zračenja na živa tkiva.

Radiosenzibilnost – je osjetljivost živih tkiva na ionizirajuće zračenje.

Radiorezistencija – je neosjetljivost živih tkiva na ionizirajuće zračenje.

Radionekroza – izumiranje (nekroza) tkiva izazvano djelovanjem ionizirajućeg zračenja.

CRTICE IZ ŽIVOTA WILHELM CONRAD

RÖNTGEN –a

W.C. Röntgen je rođen 27. ožujka 1845. godine u Lennepu, u Rajnskoj oblasti u Njemačkoj. Otac mu je bio Friedrich Conrad Röntgen, istaknuti tvorničar odjeće i trgovac, a majka Charlotte Constanze, rođena Frowein, porijeklom iz Holandije.

Kuća u kojoj je W.C. Röntgen rođen i danas postoji i dio je "German Röntgen Museum" – a , u kojem se nalazi velika biblioteka. Röntgenova familija je bila dobro poznata u Lennepu. Bili su tkalci, tvorničari odjeće i veletrgovci kroz mnogo generacija.

1948.g. mnoge Evropske zemlje, uključujući Njemačku, je zahvatila revolucija pa su Röntgenovi roditelji prodali kuću u Lennepu i emigrirali u Apeldoorn u Holandiju.



W.C. Röntgen je u Apeldoornu pohađao osnovnu školu, a kasnije i privatni internat, sve do 1861. g., kada odlazi od kuće da nastavi svoje školovanje u Utrechtu (Holandija).

U Utrechtu se dogodilo nešto što će imati značajan utjecaj na njegovi budući život. Što se točno dogodilo nikad nije potpuno razjašnjeno. Prema Glasserovoj biografiji, jedan od Röntgenovih školskih drugova je jednom prilikom crtao karikaturu učitelja na zaslonu kamina, u času kada je učitelj neočekivano ušao u učionicu. Nakon što je otkrio karikaturu, učitelj se jako naljutio i zatražio od Röntgena da otkrije ime krivca. Röntgen je to odbio, iako mu je učitelj zaprijetio suspenzijom. Tako je zbog, po današnjim standardima, bezazlene učeničke šale Röntgen bio izbačen iz škole. Röntgen nikada nije položio maturu.

Po savjetu prijatelja svog oca Röntgen se pripremao kod kuće za prijemni ispit na sveučilištu. Nažalost, na ispitu je jedan od ispitivača bio učitelj koji je bio uključen u proces suspenzije u prethodnoj školi i Röntgen se nije uspio upisati.

1862. g. Röntgen se upisao na Tehničku školu u Utrechtu, privatni institut koji priprema studente za upis na visoke tehničke škole. Potom, se 1865. g. upisuje na kratko vrijeme kao student “ gost ” na odjel za filozofiju sveučilišta u Utrechtu.

U studenom 1865. W.C. Röntgen se preselio u Zürich (Švicarska) i upisao se na Politehničku školu, koja je primala i učenike bez položenog ispita zrelosti, ali tek nakon što su položili vrlo zahtjevan prijemni ispit. Röntgen je slušao predavanja na Mehaničko - tehničkom odjelu navedene visoke škole pa je 1868.g. stekao diplomu inženjera strojarstva. Potom je nastavio studij, usko



suradujući s Augustom Kundtom (koji je već u 29. godini života postao profesor fizike na Politehničkoj školi). Posvetio se teoretskoj fizici i eksperimentalnom laboratorijskom radu i već 1869.g. stekao je na temelju disertacije o kinetičkoj teoriji plinova naslov doktora filozofije sveučilišta u Zürichu. Nakon promocije, u 24. g. života, Röntgen postaje asistent profesora Kundta na odjelu za eksperimentalnu fiziku.

Zürich nije bio samo grad gdje je Röntgen napravio svoje prve korake u znanosti, Zürich je također bio i mjesto gdje je Röntgen upoznao svoju ženu i stekao mnogo prijatelja.

Pokraj Politehničke škole je bio Cafe “ Zum Grünen Glas “ gdje su se studenti i profesori sastajali nakon svakodnevnog posla. Vlasnik, Johann Gottfried Ludwig, nije bio običan gostioničar. Tijekom revolucije kao student na univerzitetu Jena, pobjegao je u Švicarsku. U svoje slobodno vrijeme, između ostalog, privatno je podučavao studente u klasičnim jezicima. Ludwig je imao tri atraktivne kćeri koje su radile u cafeu. Srednja, Bertha, je na kraju postala Röntgenova žena, a njihov brak je trajao gotovo 50 godina.

W.C. Röntgen je zavolio planine i kasnije u životu je dolazio u Švicarsku na odmor gotovo svake godine. Röntgenove godine u Švicarskoj su veoma značajne, kako za njegovu akademsku karijeru, tako i za njegov privatni život.

Röntgenov mentor, prof. Kundt, je prihvatio mjesto redovnog profesora na katedri za fiziku sveučilišta u Würzburgu 1870.g i Röntgen je pošao s njim.

Sveučilište u Würzburgu, međutim, je u velikoj mjeri zasmetalo Röntgenovoj akademskoj karijeri. Na tom sveučilištu mu je, unatoč silnim nastojanjima profesora Kundta, odbijena molba za habilitaciju, budući da nije mogao priložiti maturalnu svjedodžbu.



Mnogo kasnije, u studenom, 1895. g., sveučilište u Würzburgu i *State of Bavaria* su veličali W.C. Röntgena kao jednog od najvećih sinova u posljednjih 600 godina povijesti, i tom prilikom je glavni spiker naglasio da priznato sveučilište u Würzburgu nije u početku prepoznalo talent W.C. Röntgena.

Strasbourg, glavni grad Alsace-Lorraine, je imao veoma promjenjivu povijest. Smješten na granici između Francuske i Njemačke, pripadao je alternativno obim zemljama. Danas je to francuski grad dobro poznat po svojoj katedrali, izvršnoj kuhinji i po europskom parlamentu.

Strasbourg je 1871. g. pripadao Njemačkoj i novo njemačko sveučilište je osnovano upravo u njemu. Prof. Kundt je pozvan na mjesto šefa katedre zavoda za fiziku spomenutog njemačkog sveučilišta, a Röntgen je pošao s njim. Ovo novo sveučilište je bilo manje formalno i podržalo je Röntgena u njegovoj znanstvenoj karijeri. 1874. g. konačno postiže naslov privatnog docenta i postaje predavač na sveučilištu u Strasbourg.

Samo godinu dana kasnije, 1875.g., u svojoj 30. godini života, Röntgen postaje profesor fizike i matematike na Poljoprivrednoj školi u Hohenheimu (blizu Strasbourga, Njemačka). Međutim Röntgen u toj školi nije bio zadovoljan, budući da je bila siromašno opremljena i nije mu omogućavala bavljenje naučnim radom. Zbog toga se 1876. g. vratio u Strasbourg na poziv svog učitelja Kundta, koji mu je ponudio posao izvanrednog profesora.

Röntgenov znanstveni rad je bio visoko cijenjen u znanstvenoj sredini. Tako je u svojoj 34. godini života izabran za šefa katedre fizike na sveučilištu u Giessenu. Njegov prethodnik je bio prof. Buff , koji je predavao više od 40 godina u svojoj privatnoj kući. Kada je Röntgen došao, izgrađen je novi laboratorij za fiziku i predavaonica.



Vrijeme provedeno u Giessenu je bilo za Röntgena veoma plodonosno. Tamo je, osim uspjeha na znanstvenom polju, stekao i mnogo iskrenih prijatelja, s kojima je uživao provodeći slobodno vrijeme u lovu. Kasnije je Röntgen često govorio kako su godine provedene na sveučilištu u Giessenu bile najljepši period u njegovom životu.

U Giessenu je Röntgen publicirao 18 znanstvenih radova, u kojima je između ostalog izvještavao o piro i piezo-električnim fenomenima kristala.

1888. g. prima ponude od sveučilišta u Jeni (Njemačka) i sveučilišta u Utrechtu (Holandija), međutim ni jednu nije prihvatio.

Nakon nekoliko godina, sveučilište u Würzburgu je Röntgenu ponudilo mjesto profesora i imenovanje za direktora visoko cijenjenog i dobro opremljenog zavoda za fiziku. Ova ponuda je za njega imala veliki značaj budući je upravo to sveučilište ranijih godina zasmetalo njegovoj akademskoj karijeri. Prihvatio je imenovanje i vratio se u Würzburg, gdje je 1894. g. postao i „ rector “ (predsjednik sveučilišta).

Tek po isteku rektorskog mandata, Röntgen je ponovo pronašao vremena za istraživanje katodnih zraka, što je dovelo do otkrića nove vrste zraka, u studenom 1895.g.

Priča o otkriću X – zraka je ispričana na bezbroj načina, prvenstveno zbog toga što je Röntgen zahtijevao da nakon njegove smrti svi njegovi papiri, uključujući laboratorijske knjige, budu spaljeni.

Röntgen je proučavao promjene specifične topline zraka, toplinsku vodljivost kristala, polarizaciju svjetla pri prolasku kroz plinove, optička i piezoelektrična svojstva kremenih kristala, površinsku napetost tekućina, kapilarnost i neke elektromagnetske pojave. U Würzburgu je izvodio pokuse s



katodnim zrakama. Služio se pri tome Lenardovim i Hittorfovima cijevima. Kasno navečer, u petak, 08. studenog 1895. g., zapazio je pojavu fluorescencije kristala u blizini Hittorfove cijevi i spoznao da to izazivaju neke dotad nepoznate zrake. Röntgen nije u prvi mah nikoga obavjestio o svom otkriću, nego se zatvorio u svoj laboratorij i tamo je, radeći bez predaha, ubrzo utvrdio glavna fizikalna svojstva novih zraka. Otkrio je da pomoću novih zraka može snimiti sjene unutrašnjih struktura ljudskog tijela. Navečer, 22. studenog 1895. g., je zamolio svoju ženu Bertu da mu dozvoli da s pomoću novih zraka snimi njezinu šaku. Tako je nakon ekspozicije od 15 minuta učinjen prvi rendgenogram dijela ljudskog tijela, koji je jasno pokazivao kosti šake i dva prstena koje je Berta nosila. Ovaj datum se smatra rođendanom radiologije, kao nove grane medicine.

Röntgen je 28. studenog iste godine predao uredniku časopisa Fizikalno–medicinskog društva u Würzburgu prvi izvještaj o X – zrakama. Taj je izvještaj štampan prvih dana siječnja 1896.g. i odmah je naišao na izvanredno velik odjek u znanstvenim krugovima pa čak i u široj javnosti. Na poziv cara Wilhelma II održao je Röntgen 13. siječnja 1896.g. predavanje na dvoru. Od mnogo veće važnosti bilo je predavanje o novim zrakama koje je Röntgen održao 23. siječnja iste godine na sjednici Fizikalno–medicinskog društva u Würzburgu. Prigodom tog predavanja snimio je ruku znamenitom histologu A. Koellikeru i izrazio uvjerenje o novim mogućnostima koje će pružiti X – zrake na području anatomskih i bioloških istraživanja.

Pošto se uvidjela izvanredna teoretska i praktična važnost Röntge-nova otkrića, pokušali su pojedinci pobijati Röntgenov prioritet. To pobijanje nije osnovano. Istina je samo da su neki učenjaci pri svojim pokusima i prije Röntgena proizveli X – zrake (npr. Goodspeed, Jackson, Lenard, Tesla), ali



nisu spoznali njihovu osebujnu prirodu. Röntgen je novu vrstu zraka stalno nazivao “ X – zrake “ no ubrzo su mnogi učenjaci prihvatili Koellikerov prijedlog da se nazivaju “Röntgenove zrake “. Röntgen su za života iskazane izvanredne počasti, od kojih treba istaknuti prvu dodjelu Nobelove nagrade, 1901. g.

Na poziv sveučilišta u Münchenu preuzeo je Röntgen u proljeće 1900.g. vodstvo Fizikalnog instituta Filozofskog fakulteta u tom gradu. Kao redovni profesor fizike predavao je na minhenskom sveučilištu sve do 1920. g., kada je umirovljen. Poslije 1896.g. bavio se pretežito ispitivanjem fizikalnih svojstava kristala, u prvom redu njihove električne vodljivosti i toplinskog rastezanja.

Röntgen je umro 10. veljače 1923. g. u Münchenu, od karcinoma crijeva. Sahranjen je pored svoje žene i roditelja, na groblju u Giessenu.

