

Bevezetés

A XIX. század fizikusai és kémikusai úgy vélték, hogy az anyag oszthatatlan és át nem változtatható mozgó részekből, az atomokból áll, és az atomokat kis golyóknak képzelték (Dalton, 1808). Az anyag szerkezetének ebben az elképzelésében azonban többek között az elektromos jelenségek nem voltak értelmezhetőek. Az elektromosságról, az anyag és az elektromosság közötti kapcsolatáról, valamint kölcsönhatásairól közelebbi ismereteket lehetett szerezni azoknak a kísérleteknek folyamán, amelyekkel az elektromos töltések áthaladását vizsgálták folyadékokon és gázokon.

Az elektrolízis tanulmányozásának eredménye volt az első galvánelem megszerkesztése. Volta két különböző fémlapot helyezett sóoldatba, és a lemezeket összekötő drótszállban elektromos áramlás indult meg (1800). Faraday megállapította, hogy az ilyen oldatban pozitív és negatív töltésű atomok vannak, amelyek a két pólus felé vándorolnak. Ezeket a pozitív és negatív töltésű atomokat ionoknak nevezte el. E gondolatmenethez kapcsolódva vélte Millican, hogy az elektromosság is atomisztikus, tehát kis mennyiségekből van összetéve, és a legkisebb mennyiségnek, az elemi töltésnek az értéke számszerűleg is meghatározható.

További eredményt hozott az elektromosság megismerésében az elektromosság tanulmányozása ritkított gázokban. Így fedezte fel Plücker azokat a sugarakat (1859), amelyeket Goldstein után (1876) katódsugaraknak nevezünk. Hittorf kimutatta, hogy ezek a sugarak mágnes hatására elhajlanak, és Varley megállapította, hogy negatív elektromos töltésűek. Crookes igazolta azt a feltevést (1879), hogy a katódsugarak részecskékből állnak, éspedig az atomoktól elkü-

lönített, negatív elektromos töltésekből, amelyeket Stoney után elektronoknak nevezünk. A szabad elektronok a testeken is képesek áthaladni; ezt a jelenséget elsőként Lénárd mutatta ki. A katódsugárzás tehát igen nagy sebességű elektronok áramlása.

A katódsugarakkal kísérletező fizikusok közül többen röntgensugarakat is keltettek, de ezekről sejtelmük sem volt.

1895-ben Röntgen is a katódsugarakat tanulmányozta. Kísérleteihez Hittorf-csővet és szikrainduktort használt. Egy alkalommal észrevette, hogy a bárium-platincianid a kislülési csőtől



Wilhelm Conrad Röntgen (1845–1923)

nagyobb távolságban is felvillan. E véletlen észlelést nem hagyta figyelmen kívül, és így juttott el egy újfajta, a katódsugaraknál nagyobb áthatólképességű sugárzás felfedezéséhez (1895. november 8.).

A felfedezés után majdnem két hónapig tanulmányozta az X-sugarakat (az elnevezés *Röntgentől* származik) és csak december 28-án nyújtotta át a würzburgi Fizikai-Orvosi Társulatnak az újfajta sugarakról írt kéziratát, amely még abban az évben megjelent. Ebben, valamint még két további munkájában a röntgensugarakról olyan pontos megfigyeléseket közölt, amelyeknél lényegesen újabbakat hosszú ideig nem tudtak leírni.

1896. január 23-án ismertette *Röntgen* a nyilvánosság előtt felfedezését és az új sugarakkal készült fényképeket, majd az orvosi kar nesztorának, *Kölliker* anatómus professzornak a kezéről is készített felvételt, amelyeket előhívott és bemutatott. Ezen az ülésen, *Kölliker* javaslatára, az új sugarakat röntgensugaraknak nevezték el.

A felfedezésről igen hamar tudomást szerzett az egész kultúrvilág. A napi sajtó is állandóan közölt híreket, mert a „rejtelmes” sugarak nagymértékben felkeltették az emberek érdeklődését.

Ekkora hatást, és ilyen rövid időn belül még egy tudományos felfedezés sem váltott ki, és egy felfedezőt sem vett körül olyan dicsfény, mint *Röntgent*, aki azonban megmaradt továbbra is egyszerű kutatónak. Mindenféle szabadalmaztatási ajánlatot visszautasított, mert méltatlannak tartotta, hogy a felfedezéséből anyagi javakhoz jusson. Még a nagy összegű Nobel-díjat is, amit a fizikusok közül elsőként kapott meg (1901), az egyetemnek adományozta.

Mint hogy a katódsugarakat számos fizikai intézetben tanulmányozták, szikrainduktor, Crookes-, Hittorf- és Lénárd-csövek kéznél voltak, *Röntgen* kísérletét könnyűszerrel megismételheték. Ezért sikerült hazánkban is *Eötvös* és *Klupathy* fizikus professzoroknak az első röntgenfelvételeket elkészíteni. *Klupathy* már 1896. január 16-án – tehát egy héttel *Röntgen* első előadása előtt – tudományos ülés kere-

tében bemutatta ezeket a felvételeket és ismertette a felfedezést.

A röntgensugarak felfedezése iránti nagy érdeklődést a napisajtó állandóan fokozta. Széles körű kutatások kezdődtek, amelyeknek eredményeit mi sem jellemzi jobban, mint hogy a felfedezés nyilvánosságra kerülésének az első évében – tehát 1896-ban – mintegy ezer közlemény és ötven önálló munka jelent meg a röntgensugarakról és azok különböző alkalmazásáról.

A röntgensugarak felfedezése mérföldkő volt a tudomány fejlődésében. Az első láncszem volt abban a hatalmas kutatómunkában, amely az atom fogalmának a teljes átalakulásához, a modern fizika kifejlődéséhez és végezetül az atomenergia megismeréséhez vezetett.

Az orvostudományban a röntgenvizsgálatok révén lehetővé vált a betegségek pontosabb felismerése, rendszerezése, elkülönítése, úgyhogy a röntgenológia az orvostudomány nélkülözhetetlen szakterülete lett.

• • •

Az első fogfelvételeket röntgensugarakkal foglalkozó fizikusok készítették. A felfedezés nyilvánosságra kerülése után két héttel, valószínűleg 1896. január közepén készült az első fogfelvétel. *Walkhoff* braunschweigi fogorvos a szájába megfelelően kivágott és fénymentesen beburkolt fotográfiai lemezt helyezett, amelyre a felvételt a fizikus *Giesel* professzor készítette el. Az expozíció 25 percig tartott. A röntgenképen főleg az alsó kis- és nagyőrlők koronái, valamint gyökereik egy része látszanak.

A következő hónap elején, 1896. február 2-án *König*, a frankfurti fizikai intézet professzora készített a saját metszőfogairól felvételt. Felül 9 percet, alul 5 percet exponált. A röntgenképen a felső metszőkben a tömések is látszanak.

Mai szemmel nézve, ezek a képek diagnosztikai szempontból értéktelenek. De az a tény, hogy a fogakról is lehet röntgenfelvételt készíteni, további munkára ösztönözte azokat, akik bíztak a röntgensugarak fogászati alkalmazásá-

nak lehetőségében. *Walkhoff* az időközben módosított röntgenlámpával és nagyobb teljesítményű induktorral folytatta a megkezdett munkát, és az 1896. áprilisi fogorvoskongresszuson már számos jól sikerült és tanulságos röntgenképet mutatott be.

A New York-i *Morton* fogorvos ugyancsak az elsők között készített fogászati felvételeket. Ezekről 1896. április 24-i előadásán nagy lelkesedéssel számolt be. Különös érdeklődést keltett az a kép, amely a szájbán nem látszó, betokolt gyökeret mutatott.

Hazai fogorvosaink közül *Iszlai* ismerte fel elsőként a röntgenvizsgálatok fogászati alkalmazásának lehetőségét és jelentőségét. A vizsgálatok céljára maga szerkesztett egy eszközt, a „krytoskop”-ot (1897). Úttörő munkásságának értékét nem csökkenti, hogy a fogászati röntgentechnika nem az általa elgondolt irányba fejlődött.

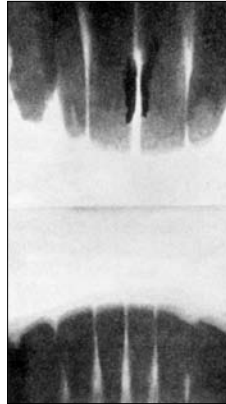
A röntgensugarak alkalmazása mégis igen lassan terjedt a fogorvosok között, és távolról sem felelt meg a hozzá fűzött várakozásnak. Ennek egyik oka az volt, hogy a felvételeket általános orvosok készítették, akiknek nem voltak a fogakra vonatkozó megfelelő anatómiai és patológiai ismereteik. Ezért a következtetések a röntgenvizsgálatokból a fogorvos számára nem voltak eléggé hasznosak, és így diagnosztikai értékük nem is tudatosodhatott.

Nagy jelentőségű *Dieck* 1911-ben megjelent *fogászati anatómiai és patológiai röntgenatlása*, amelyben nagyszámú röntgenfelvétel képmásolatát közli. Ezek jóval felülmúlták az addigi közleményekben megjelent röntgenképek bizony kevéssé kifejező ábráit.

A beállítás, a centrálás alapelveinek meghatározása *Cieszynski* nevéhez fűződik (1913); izometria-szabálya változatlanul érvényes.

A fogászati röntgenvizsgálatok jelentőségének felismerését mi sem bizonyítja jobban, mint az 1909-ben megtartott V. nemzetközi fogorvoskongresszus határozata, amely szerint a „röntgen-fotográfia” tárgyát a fogászati kiképzés tantervébe feltétlenül be kell iktatni.

Mind az általános, mind a fogászati röntgenológia fejlődése a készülékek és egyéb tech-



Az első röntgenkép a metszőfogakról



Az első röntgenkép az őrlőfogakról

nikai eszközök alakulásával szorosan összefügg.

A fogak felvételekor a beteg kezdettől ülő helyzetben volt. Megfelelő állványt kellett szerkeszteni, hogy a lámpa a különböző felvételekhez beállítható legyen, amit a lámpa nagy terjedelme igen megnehezített.

Eleinte az orvos vagy az asszisztens tartotta a beteg szájában a fotografiai lemezt vagy a filmet. A röntgensugarak bőrgyulladásra okozó hatása azonban hamarosan kiderült, így ettől a módszertől eltértek. A hosszú expozíciós idő alatt – amely ugyan az első időkhöz viszonyítva később néhány percre csökkent – a beteg, illetve a lemez vagy a film könnyen elmozdulhatott. Ennek megakadályozására különböző és meglehetősen bonyolult tartóeszközöket készítettek. Csak később – az expozíciós idő további csökkentése után – tértek át arra módszerre, hogy a beteg az ujjával rögzítette a filmet.

A *klasszikus röntgenlámpa* a különböző alakú katódsugárcsővekből fejlődött ki. Ez a hideg katódú vagy ionlámpa légritkított üveggömb, amelyből három zárt végű cső ágazik ki. Az egyik csőben van a *katód*, a másikban az *anód* és a harmadikban a katóddal szemben a platínából készült, ferdén lecsapott antikatód. Az üveggömbben visszamaradt levegőmolekulákból elektronok és ionok keletkeznek – ma már tudjuk, hogy a kozmikus sugarak hatására. Ha az anódot és a katódot nagyfeszültségű áram-

körbe kapcsoljuk, a negatív töltésű elektronok, és az ionok közül a negatív töltésűek a pozitív pólus, vagyis az anód felé, a pozitív ionok a negatív pólus, a katód felé repülnek, miközben további atomokat ionizálnak, amelyekből ugyancsak elektronok válnak ki. Az elektronok a *fókuszban* az antikatódnak ütköznek, ott lefékeződnek és röntgensugárzást keltenek.

Két évtizeden át ionlámákat használtak; igen nagy hátrányuk volt, hogy a csőáram erősségét és a nagyfeszültséget nem lehetett egymástól függetlenül változtatni. A lámpa idővel keményedett is, azaz áthatóbb sugarak keletkeztek. Emiatt többféle keménységű lámpára volt szükség, és időnként regenerálásukról, vagyis a levegő pótlásáról is gondoskodni kellett. Mindez a röntgentechnikában elég bizonytalanságot és bonyolultságot okozott, s a röntgenképek sem mindig voltak kontrasztosak. Különösen megnehezítették ezek a körülmények a fogfelvételek készítését, mert a fogorvosok nem rendelkeztek azokkal az általános röntgenológiai szakismeretekkel és tapasztalatokkal, amelyeket az ionlámák eredményes használata megkívánt.

Más utakat kellett tehát keresni. *Dember* és *Lilienfeld* az elsők, akik új irányt mutattak (1911).

A gyakorlatban jól alkalmazható technikai megoldás azonban *Coolidge* nevéhez fűződik (1913). Az általa szerkesztett izzó *katódú* vagy

elektroncső igen lényeges haladás a röntgenlámpa – és így a röntgenológia – fejlődésében.

A Coolidge-csőben az elektronok az izzó wolframfém atomjaiból válnak ki. Az elektronok száma az izzószál hőmérsékletétől függ, amelynek a szabályozásával a röntgensugarak mennyisége a nagyfeszültségtől függetlenül változtatható. Az elektroncsőhöz már *transzformátort* használtak, amely később az induktor helyét teljesen elfoglalta.

A könnyen megszerkeszthető Coolidge-csővek a fogfelvételek céljára nagyon beváltak. Megkezdték az egyszerűen kezelhető speciális fogászati röntgenkészülékek gyártását, ezek azonban az európai államokban az első világháború miatt csak a húszas évek után terjedtek el.

Ezeknek a készülékeknek még egy hátránya volt, mégpedig a transzformátor és a röntgen-cső közötti nagyfeszültségű vezeték nem lehetett szigetelni, tehát érintése életveszélyes volt. Később sikerült szigetelt kábeleket, és így *érintésbiztos készülékeket* gyártani. A fejlődés további folyamán a csövet és a transzformátort egybeépítették, és kialakult az új típusú készülék, amellyel a felvételek készítése szinte automatizálódhatott.

Így a technika lehetőségei fokozatosan megérték ahhoz, hogy a röntgenvizsgálat a fogorvostudományban is teljesíthesse azt a feladatot, amelyet a kutatók már kezdetben neki szántak.