

RADYOBİYOLOJİ HAKKINDA

Dr. Emin Faik Üstün*

İyonizan ışınların ilk önce bulunanlarının bile, bulunuşlarından kısa bir süre sonra, bu ışınların biyolojik etkileri olduğu dikkati çekmiştir.

İyonizan ışınların canlılar, özellikle insanlar üzerindeki etkilerine ait gözlem (müşahade)'ler, araştırmacıları bu konuya çekmiş, deneysel araştırmaların yapılmasına ve bu araştırmaların hızla çoğalmasına yol açmıştır. Bütün bu çalışmalar bilim dünyasında yeni bir dalın, r a d y o b i y o l o j i' nin doğuşuna olanak hazırlamışlardır.

R a d y o b i y o l o j i, iyonizan ışınların canlılar üzerindeki etkilerini inceleyen bilim dalıdır. Radyobiyoloji deyimi üzerinde sözcük (kelime) olarak durulursa, geniş bir anlam taşıdığı anlaşılır. Bütün elektromagnetik ve kospüsküler ışınların canlı elemanlar üzerindeki etkilerini konusu içine almaktadır. Süreli olarak, iyonizan ışınlarla karşı karşıya kalan canlı eleman'larda, absorbe edilen enerji ile doğru orantılı olarak artan ve ölümle sonlanan patolojik değişiklikler husule gelmektedir. Burada ister bütünü ile ışınlanan bir hayvan, ister bir doku parçası ya da hücresi söz konusu olsun, yukarıda söylenen k u r a l (kaide) doğrudur (36).

Radyobiyoloji alanındaki çalışmalar gün geçtikçe daha çoğalmaktadır (2, 4, 8, 9, 10, 14, 18, 19, 20).

İyonizan ışınların canlı organizmalar üzerindeki zararlı etkilerinin belirtileri hakkındaki bilgiler çok genişlemiştir. Fakat bu belirtilerin oluş şekli hakkında derinliğine ve kesin bilgiler henüz pek fazla değildir. İyonizan ışınların biyolojik etkilerinin, başlangıç olarak, fiziksel olaylara, başka deyimle, bu ışınların kısaca, iyonizasyon yapma özelliklerine dayandığı kabul edilmektedir. İyonizasyon

* Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyoloji Enstitüsü Kürsü Profesörü.

ve atomların uyarılma (tenbih) sı gibi çok kısa zaman süren (10^{-12} 10^{-13} saniye) fiziksel olaylar sırasında ışınlarla madde arasında bir enerji alışverişi olmaktadır. Bundan sonra yine çok kısa zaman (10^{-9} saniye) içinde bazı kimyasal olaylar meydana gelmekte, bunları henüz pek iyi bilinmeyen biyosimik ve fizyolojik olaylar kovalamak (takip etmek) tadır. Kısa ya da uzun süren bir zaman sonra, hücrede ya da organizma'da bazıları fonksiyonel, bazıları ise morfolojik değişiklikler meydana gelmektedir (18) (**).

Radyobiyojoloji; İyonizan ışınların canlılar üzerindeki etkilerini incelediğine göre, iyonizan ışınların, tek hücreliler ve çok hücreliler (bitkiler ve hayvanlar) de yaptıkları etkiler, onun çalışma alanı içine girmektedir. İyonizan ışınların özellikle hayvanlar ve insanlarda, normal ve patolojik hücreler, hücreler arası oluşum (teşekkül) lar, organlar, vücut sıvıları ve bütünü ile organizma üzerindeki etkileri bu etkilerin değişik koşullar altındaki durumları, radyobiyojolojinin önemli sorumlarıdır. Sözü ettiğimiz ışınların canlı organizmada yaptıkları «réversible» ve «irréversible» etkileri; difüz sitokostik (cytocooustique), elektif sitoletal (cytoléthale) etkileri, direkt ve sekonder etkileri, canlı hücrelerin bu ışınlara karşı duyarlılık (radyoduyarlık) ları, çeşitli radyoleziyonlar, radyobiyojoloji'nin ilgi çeken konularıdır.

İyonizan ışınların kullanılma olanaklarının gün geçtikçe artmakta olduğu bilinmektedir. Hele nükleer enerji'nin barışçı amaçlarla (6) kullanılması, bir yandan umutlarla dolu bir geleceği düşündürmekte, öte yandan bazı sorunların ortaya çıkmasına yol açmaktadır.

Bugün, iyonizan ışınlarla karşı karşıya kalan insan sayısının toplamı radyoloji lâboratuvar ve enstitülerinde çalışanların, tanı ve tedavi amacı ile bu ışınların uygulandığı insanların tümünün çok üstündedir.

❖❖ Nötron (neutron)'ların penetrasyon (pénétration) özellikleri fazladır. Atom çekirdeklerine kadar girerek yapma radyoaktif eleman (radyoeleman) ların meydana gelmesine yol açabilirler. Bu radyoaktif eleman'lar bir canlı içinde meydana gelmişlerse, bunlardan çıkan iyonizan ışınların, o canlıda, biyolojik etkiler yapmaları doğal (tabii) dir. Canlılar için çok tehlikeli oldukları bilinen nötron'ların, organizma'ya girdikleri zaman yaptıkları biyolojik etkiler görüldüğü gibi, direkt değildir (5).

Nükleer incelemeler merkezleri, nükleer endüstri, radyoaktif maddelerle araştırmalar yapan lâboratuvarlar, doğal radyoaktif maddelerden zengin madenlerin çıkarılması ve işlenmesi gibi değişik çalışma alanlarının dışında, atom bombasının harp silâhı olarak kullanılması, deneysel amaçlarla parlatılması ile de çok sayıda insanın, iyonizan ışınların zararlı etkileri ile karşı karşıya kaldıkları ortadadır. Atom bombalarının deneysel amaçlarla parlatılmasından sonra, radyoaktif tozların, bu bombanın patlatıldığı yerlerden çok uzaklara kadar gidebildikleri ve oralardaki canlıları yiyecekler, içecekler ve solunum havası aracı ile etkiledikleri (16, 17, 18) bilinen bir gerçektir.

Bütün bu ışınlama olanakları, yalnız bugünkü insanlığı değil, gelecek kuşakların sağlık durumlarını da yakından ilgilendirmektedir. Böylece çeşitli ulusal ve uluslararası sorunlar ortaya çıkmış bulunmaktadır.

Bu sorunlardan birisi olan iyonizan ışınların insanlar üzerindeki genetik etkileri sorunu üzerinde bilim dünyası, (5, 7, 11, 12, 13, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 33, 34, 35) önemle durmaktadır. Bu araştırma takım (ekip) lerinden birisi Paris'teki Trousseau Hastanesi (Hôpital Trousseau)'nde R. Turpin (35), J. Lejeune (21, 22, 23, 24) ve arkadaşlarıdır. Bu araştırmacıların lâboratuvarlarını Dünya Sağlık Teşkilâtının 1961'de Paris'te düzenlediği radyasyonlar tıbbi konusu ile ilgili konferanslar sırasında yakından görmek fırsatını bulduk. Bu lâboratuvarlarda iyonizan ışınların genetik etkileri üzerindeki araştırmalarla ilgili olarak, fibroblast kültürleri yapmakta, kromozom anomali'leri sorunu üzerinde titizlikle durulmaktadır. Her hangi bir neden (sebe) le ışınlanan, insanlardan gelen kuşakların, bu ışınların genetik etkileri yönünden incelenmesi ve izlenmesi de bu araştırma takımının konularından birisidir (28) (**).

*** Radyoterapi amacı ile, gebelik sırasında iyonizan ışınlarla ışınlanmış annelerin çocuklarının izlenmesi önemli bir araştırma konusudur. Böyle vakalara örnek (3) bulmak olanak içindedir.

Ayrıca, 1945'te Japonya'da Hiroshima ve Nagazaki'de patlatılan (37) iki atom bombasından sonra hayatta kalan, ışınlanmış insanları ve onlardan doğanları, bilimsel metotlarla izlemek için, Amerikalı ve Japon bilim adamlarından bir araştırma takım (ekip) 'i kurulmuş ve çalışmaktadır (2).

Gonad (gonade)'ların almış olduğu iyonizan ışın niceliği sorunu (1, 15, 29, 30, 32) çok önemlidir. Bilindiği üzere; radyomutasyon (radicmutation)'ların, gonad'lar tarafından alınan ışın niceliği ile doğru orantılı olarak arttığı birbiri arkasından alınan iyonizan ışınların, bu yönden yaptığı etkilerin, bir biri üzerine eklendiği, radyomutasyon meydana gelmesi için gonad'larca alınan ışın niceliği bakımından bir eşik değeri olmadığı, alışmanın söz konusu edilemeyeceği kabul edilmektedir. İnsanlardaki mutasyonlar oranını iki katına çıkaran iyonizan ışın niceliğinin çok düşük olduğu da ortaya çıkmış bulunmaktadır. İyonizan ışınlar etkisi ile meydana gelen mutasyon'lar; gen'lerle ilgili (mutation génique) ve kromozon'larla ilgili mutasyon'lar (mutations chromosomiques) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (23, 35, 38).

Radyobiyooloji, sayısız araştırmalarla geliştikçe tıpta, iyonizan ışınlarla tedavinin, özel deyimi ile radyoterapi'nin bilimsel esaslara uygun olarak kurulup gelişmesinde, kişiliğini kazanmasında radyofizik ile beraber baş etkenlerden biri olmuştur. İyonizan ışınların zararlı etkileri ile karşı karşıya kalan insan sayısının çoğalması, radyobiyooloji'nin, sözü geçen zararlı etkileri ve radyoproteksiyon sorunlarındaki, uyarıcı ve aydınlatıcı rolünün önemini arttırmıştır (***).

ÖZET

Bu yazıda, radyobiyooloji'nin önemi belirtilmeğe çalışılmış ve bir radyobiyooloji sorunu üzerinde kısaca durulmuştur.

RÉSUMÉ

A propos de Radiobiologie

Dans cet article on a tâché de mettre en évidence l'importance de radiobiologie et on a insisté brièvement sur un problème de radiobiologie.

*** Bazı radyobiyooloji sorunları yazarın «Radyobiyooloji» (37) adlı yapıtında ve bazı yazılarında (36, 39) ele alınmıştır.

LİTERATÜR

- 1 — ASPIN, N., SUPE, S. J., MUNN, J. D.: The Gonadal Dose to Children from Diagnostic Radiological Techniques. (X. Congrès International de Radiologie Resumés P: 62) 1962 Montréal/Canada.
- 2 — BACQ, Z. M.; ALI-KANDER, P.: Principes de Radiobiologie. 1955. Paris. PP: 1 - 440.
- 3 — BAUD, J.; BLANCHET, F.: Evolution clinique de 44 cas d'épithéliomas du col utérin au cours de la gestation, traités par radiothérapie à la fondation Curie de 1929-1950. (Extrait du Bulletin du Cancer. Tome: No: 1. 1952. PP: 48 - 62).
- 4 — BAUER, Edmond.: Introduction à la physique nucléaire. Institut National des Sciences et Techniques Nucléaire. Saclay. Paris. PP: 66 - 67.
- 5 — BROWN Court, W. M.: Les doses - gonades dues à l'irradiation thérapeutique. (Effets génétiques des radiations chez l'homme) Organisation mondiale de la Santé. Palais des Nations. Genève. 1957. PP: 105 - 110.
- 6 — BUGNARD, L.: Problèmes Nationaux et Internationaux Posés par la Protection Contre les Rayonnements. (Protection Centre les Rayonnements. Résumé des Cours prononcés au Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay du au 20 avril 1956. PP: 151 - 155.)
- 7 — CARTER, T. C.: Types de mutations produites à des loci connus et possibilité d'induction de mutations non encore aperçues - Irradiation de populations animales: résultats et travaux à entreprendre. (Effets génétiques des radiations chez l'homme. Organisation Mondiale de la Santé. Palais des Nations. Genève. 1957 PP: 53 - 62.)
- 8 — COURSAGET, J.: Action Biologique des Radiations Ionisantes. Cours sur la protection contre les radiations ionisantes professés à Saclay. du 19 Novembre au 14 Décembre 1956. Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay. 1958. PP: 127147.
- 9 — ERRERA, M.; FORSSBERG, A.: Mechanismes in Radiobiology. Tome: I, 1961. PP: 1-134. Tome: II, 1960. PP: 1-395. Academic Press. New York and London.
- 10 — ELLINGER, Friedrich: Medical Radiation Biology. Charles C. Thomas Publisher Illinois U.S.A. 1957. PP: 1 - 699.
- 11 — FREIRE - MAIA, N.: Effet du degré d'endogamie des populations sur la fréquence des caractères héréditaires dus à des mutations recessives induites. (Effets génétiques des radiations chez l'homme. Organisation Mondiale de la Santé. Palais des Nations. Genève. 1957. PP: 165 - 170.)
- 12 — GOPAL - AYENGAR, A. R.: Régions présentant des différences des radioactivité naturelle telles que des différences dans les taux de mutation de gènes «marqueurs» puissent y être décelées. (Effets génétiques des radiations chez l'homme. Organisation Mondiale de la Santé. Palais des Nations. Genève. 1957. PP: 125 - 136.)
- 13 — GROUPE D'ETUDE: Rapport du Group d'étude des effets génétiques des radiations chez l'homme. (Effets génétiques des radiations chez l'homme. Organisation Mondiale de la Santé Palais des Nations. Genève. 1957. PP: 11 - 26.)
- 14 — HAISSINSKY, M.: Action Chimique et Biologique des Radiations (Collection dirigée par M. HAISSINSKY.) Premier Série. (1955) Deuxième Série (1956) Quatrième Série (1958). Masson. Paris.
- 15 — HAMMER - JAROBSEN, E.: Doses aux gonades en radiodiagnostic (Discussion d'une enquêtes futures). (X. Congrès International de Radiologie Resumés P: 341) 1962 Montréal/Canada.

- 16 — JAMMET, H.: Surveillance Collective et Individuelle. (Protection Contre les Radiations Ionisantes. Cours sur la protection contre les radiations ionisantes professés à Saclay du 19 Novembre au 14 Septembre 1956. PP: 323-336.)
- 17 — JAMMET, H.: Détection de la Contamination Radioactive. (Protection Congre les Radiations Ionisantes. Cours sur le protection congre les radiations ionisantes professés à Saclay du 19 Novembre au 14 Septembre 1956. PP: 313-322.)
- 18 — JAMMET, H.: Nocivité des Rayonnements et Toxicité des Substances Radioactives. (La protection Radiologique. Extrait du Génie Atcmique. Tome I. Edition 1959-1960. PP: CII. L - 11)
- 19 — LABORDE, S.: Etude clinique ces différentes lésions et maladies dues à l'effet des rayonnements ionisants. (Cours prononcé au Centre d'Etude Nucléaire de Saclay.) 1956.
- 20 — LACASSAGNE, A.; GRICOUROFF, G.: Actions des Radiations Ionisantes sur l'Organisme. 1956. PP: 1 - 197.
- 21 — LEJEUNE, J.; TURPIN, R.; GAUTIER, M.: Etude des chrmosomes somatiques humains. Technique de culture de fibroblastes in vitro. (Revue Française d'Etudes cliniques et Biologiques. 1960. 4. PP: 406 - 408.) (Tirage à part, donné par l'auteur)
- 22 — LEJEUNE, J.: Détection des mutation induites dans la descendance des parents irradiés. (Organisation Mondiale de la Santé. Effet Génétique des Radiations Chez l'homme. Genève. 1957. PP: 97 - 104.)
- 23 — LEJEUNE, J.; TURPIN, R.: Les effets Génétiques des Rayonnements Ionisants. (Ediziotini dell'Istituto «Gregorio Mendel» Roma. 1961. PP: 183 - 196 (Tirage à part, donné par l'auteur.)
- 24 — LEJEUNE, J.: Le danger des radiomutations chez l'homme. (Cours sur la protection contre les radiations ionisantes professés à Saclay du 19 Novembre au 14 Décembre 1956. Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay. 1958. PP: 173 - 176.)
- 25 — MULLER, H. J.: Le Dommage provoqué par les mutations ponctuelles: ses rapports avec la dose de rayonnement et les conditions biologiques (Effets génétiques des radiations chez l'homme. Organisation Mondiale de la Santé. Palais des Nations. Genève. 1957. PP: 27 - 52.)
- 26 — NEEL, J. V.: Changing Perspectines on the Genetics Effects of Radiation. Illinois 1963. PP: 1 - 97.
- 27 — NEEL, JAMES. V.: Quelques problèmes relatifs à l'estimation des taux de mutation spontanée chez les animaux et chez l'homme. (Effets génétiques des radiations chez l'homme. Organisation Mondiale de la Santé. Palais des Nations. Genève. 1957. PP: 151 - 164.)
- 28 — NEWCOMBE, Howard B.: Détection de tendances génétiques en rapport avec la santé publique. Effets génétiques des radiations chez l'homme. Organisation Mondiale de la Santé. Palais des Nations. Genève. 1957. PP: 171 - 184.
- 29 — OHKURA, K.: Données sur les effets génétiques des radiations sur les humains. (X. Congrès International de Radiologie Resumés P: 343) 1962 Montréal/Canada.
- 30 — OLDE, G. L., DUGGAN, H. E.: Radiation Dose to the Skin and to the Gonads from Diagnostic X-ray Procedures. (X. Congrès International de Radiologie Resumés P: 62) 1962 Montréal/Canada.
- 31 — PENROSE, L. S.: Les mutations chez l'homme. (Effets génétiques des radiations chez l'homme, Organisation Mondiale de la Santé. Palais des Nations. Genève. 1957. PP: 111 - 124.)

- 32 — RUSSEL, W. L.: Effet génétique des radiations sur la population Résultats et signification des expériences sur les souris. (X. Congrès International de Radiologie Resumés P: 443.) 1962 Montréal/Canada.
- 33 — SIEVERT, R. M.: Exposition de l'homme aux radiations: effets génétiques possibles. (Effets génétiques des radiation chez l'homme. Organisation Mondiale de la Santé. Palais des Nations. Genève. 1957. PP: 71-96.)
- 34 — STEVENSON, A. C.: Comparaison des taux de mutation chez l'homme à des loci particuliers. (Effets génétiques des radiations chez l'homme. Organisation Mondiale de la Santé. Palais des Nations. Genève. 1957. PP: 137-150.)
- 35 — TURPIN, R.; LEJEUNE, J.: Les Anomalies Humaines Congénitales par Aberrations Chromosomiques. Maandschrift voor Kindergeneeskunde Uitgave van H. E. Stenfort Kroese N. V. Leiden, Tome: XXIX, 5, 1961 PP: 183-198. (Tirage à part, donné par un des auteurs.)
- 36 — ÜSTÜN, E. F.: İyonizan Işınlarla Çalışanlardaki Kan Tablosu Değişiklikleri hakkında Yerli Müşahedeler. Ege Tıp Cemiyeti Mecmuası İzmir, 1962.
- 37 — ÜSTÜN, E. F.: Radyobioloji (İkinci Baskı) Güzel İstanbul Matbaası. Ankara. 1959. Sahife: 9-75.
- 38 — ÜSTÜN, E. F.: Rapport sur le Cours Organisé par l'«Organisation Mondiale de la Santé» (O.M.S.) à Paris, au sujet du plan de l'enseignement de la Médecine des Radiations. (Dünya Sağlık Teşkilâtına Gönderilmek üzere hazırlanmıştır. 32 daktilo sahifesidir.) İzmir. 1962.
- 39 — ÜSTÜN, E. F.: İyonizan Işınlara Canlıya Etkileri ve Zararları (Ankara Tıp Fakültesi Mecmuası) 1958 Cilt: XI Sayı: 3-4 Ayrı Baskı Sahife: 1-14.

(Mecmuaya geldiği tarih: 20. Şubat.1964)