

Ճառագայթային ուռուցքաբանության վարզացման համաշխարհային պատմությունը

Պարույր Մ. Անտոնյան^{1*}, Լուսինե Մ. Մուրադյան²

¹«ԻՐԱ Մեդիքլ Գրուպ» Բժշկական կենտրոն Երևան, Հայաստան

²Վ. Ա. Ֆանարջյանի անվան «Ուռուցքաբանության ազգային կենտրոն», Երևան, Հայաստան

ԱՄՓՈՓԱԳԻՐ

Աշխատանքում լուսարանված են ճառագայթային թերապիայի զարգացման փուլերը աշխարհում, ներկայացված է տեղեկություն արժեքավոր գիտական հայտնագործությունների վերաբերյալ, որոնք ունեցան համաշխարհային նշանակություն և հիմք հանդիսացան նշված ուղղության զարգացման համար: Ներկայացված է մի շարք երկրների առաջատար գիտական հաստատությունների գործունեությունը՝ ճառագայթային թերապիայի ոլորտում: Նշված են այն գիտնականների անունները՝ բժիշկներ, ֆիզիկոսներ և այլ մասնագետներ, որոնք զգալի

ավանդ և ներդրում են ունեցել ճառագայթային ուռուցքաբանության զարգացման բնագավառում: Ներկայացված են ոլորտում արդիական գրականության աղբյուրները: Հոդվածը կարող է հետաքրքրություն ներկայացնել և օգտակար լինել բժշկության և կենսաբանության ոլորտի, ճառագայթային ուռուցքաբանների, բժշկական համալսարանի ուսանողների, ասպիրանտների, օրդինատորների և այլ մասնագետների համար:

Հիմնաբառեր. ճառագայթային թերապիա, ռենտգենյան թերապիա, չարորակ նորագոյացությունների բուժում, ռադիոակտիվություն, պարամոնություն

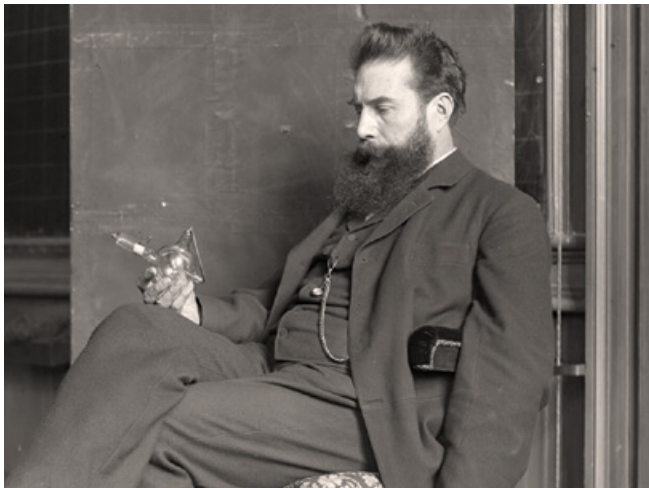
1896-1950 ԹԹ. ՃԹ-Ի ՁԵՎԱՎՈՐՈՒՄԸ, ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ԵՎ ՀԵՌԱՀԱՐ ԳԱՄՄԱ ԹԵՐԱԴԻԱՅԻ ՆԵՐԴՐՈՒՄԸ ԵՎ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ

Ճառագայթային ուռուցքաբանության (ՃՈԻ) համաշխարհային պատմության զարգացման ակունքները սկիզբ են առնում 19-րդ դարի վերջից, երբ առաջին անգամ կատարվեցին հետազոտություններ իոնացնող ճառագայթների ազդեցությունը կենդանի օրգանիզմների վրա պարզելու նպատակով: Այս հետազոտությունների իրականացման համար հիմք հանդիսացան համաշխարհային գիտության բնագավառում տեղի ունեցած մի շարք բախտորոշ և պատմական հայտնագործություններ՝ ռենտգենյան ճառագայթների, բնական և արհեստական ռադիոակտիվության, ռադիոմի ռադիոակտիվ հատկությունների հայտնագործումը և այլն: Այս հայտնագործությունները հեղափոխական նշանակություն ունեցան ֆիզիկայի, քիմիայի, կենսաբա-

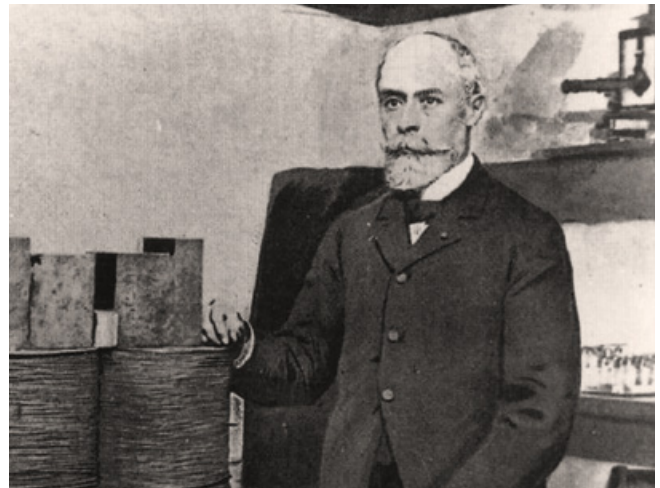
նության և բժշկագիտության ոլորտներում՝ կանխորոշելով հետագա զարգացման ուղին մարդկային կենսագործունեության տարբեր բնագավառներում [1]:

1895 թ. նոյեմբերի 8-ին Վ.Կ. Ռենտգենի կողմից (նկար 1) հայտնագործվեցին ռենտգենյան ճառագայթները և սկսվեցին լայնածավալ հետազոտություններ՝ ուղղված դրանց ֆիզիկական հատկությունների, կենդանի օրգանիզմների հետ փոխազդեցության մեխանիզմների բացահայտմանը [2-4]: Այս հետազոտությունները նպաստեցին 1896 թ. բնական ռադիոակտիվության հայտնագործմանը [5]: Դեռևս 1896 թ. ռուս ականավոր գիտնական Ի.Բ. Թարխանովը հիմնավորեց, որ իոնացնող ճառագայթումը, փոխազդելով օրգանիզմի հետ, կարող է առաջացնել բջիջների, հյուսվածքների, օրգան համակարգերի թե կառուցվածքային թե ֆունկցիոնալ փոփոխություններ՝ կանխատեսելով իոնացնող ճառագայթման հե-

*Կոնտակտային հեղինակ. էլ-փոստ. parantonyan@gmail.com, հեռ. +37493 939 879:
DOI:10.54235/27382737-2022.v2.2-10. Published online: 30 December 2022



Նկար 1. Վիլիելմ Ռենտգեն



Նկար 2. Անտուան Անրի Բեքերել



Նկար 3. Մարի Սկլոդովսկա-Կյուրի



Նկար 4. Պյեռ Կյուրի

տագա կիրառումը բժշկագիտության ոլորտում [6]: Նույն թվականին Ջ. Գիլմանը (ԱՄՆ) և Վ. Դեպենյը (Ֆրանսիա) առաջին անգամ կիրառեցին ռենտգենյան ճառագայթները՝ չարորակ նորագոյացություններով հիվանդների բուժման համար՝ մանրամասն նկարագրելով բուժման ողջ գործընթացը [7]: 1897 թ. Լ. Ֆրոյնդը (Ավստրիա) հրապարակեց տվյալներ բաժնեվորված ռենտգեն թերապիայի կիրառմամբ երեխայի մոտ ծավալուն պիգմենտային նևուսի բուժման վերաբերյալ [8]: Հենց այս հաղորդագրության հիման վրա էլ ընդունված է 1897 թվականը համարել ՃՌ-ի առաջացման և ձևավորման տարեթիվ [9-11]:

ՃՌ-ի հետագա զարգացման համար մեծ խթան հանդիսացավ Ա. Բեքերելի կողմից բնական ռադիոակտիվության (նկար 2), Մ. Սկլոդովսկա-Կյուրիի (նկար 3) և Պ. Կյուրիի (նկար 4) կողմից ռադիում և պոլոնիում ռադիոակտիվ տարրերի հայտնագործումը [5,12]: 1902 թ. ռադիումը հաջողությամբ կիրառվեց Վիեննայում բերանընկալի քաղցկեղի բուժման ժամանակ, իսկ 1904 թ. Նյու Յորքում (ԱՄՆ) ռադիումից պատ-

րաստված խողովակները իմպլանտի տեսքով ներդրվեցին անմիջականորեն ուռուցքի մեջ [13,14]: 1906-1910 թթ. մեծ թվով արժեքավոր հրապարակումներ եղան նաև Ռուսական Կայսրությունում՝ Դ. Ֆ. Ռեշետիլոյի կողմից մաշկի և մի շարք ներքին օրգանների չարորակ նորագոյացությունների բուժման վերաբերյալ՝ ռադիումի և ռենտգենյան ճառագայթների կիրառմամբ [15]:

1911 թ. Կ. Ռեզոն (Ֆրանսիա) կատարեց փորձեր ոչխարների ամլացման հետ կապված՝ ճառագայթելով կենդանիների սեռական օրգանները 3 բաժնեմասով՝ 15 օր ընդմիջումներով: Հենց Կ. Ռեզոյի փորձերը և Լ. Ֆրոյնդի (Ավստրիա) աշխատություններն են ընկած բաժնեվորված ճառագայթային թերապիայի (ՃԹ) հիմքում, որը մինչ օրս էլ կիրառվում է [8,16]: Գրեթե նույն ժամանակահատվածում ԱՄՆ-ում Օ. Պաստոն և Պ. Դեգրեն առաջարկեցին ռադիումի հատիկների իմպլանտացիա միզաձորանի միջոցով՝ շագանակագեղձի քաղցկեղի բուժման համար [17,18]:

4. Ռեգոն «Փարիզի ռադիումի ինստիտուտի» գիտնականների և հետազոտողների հետ համատեղ մշակեց ռադիումի կիրառման մի շարք մեթոդներ, այդ թվում որպես վիրաբուժական մասնահատումներին այլընտրանք, այնպես էլ արգանդի վզիկի քաղցկեղի ներխոռոչային կիրառման համար [19]: Մեկ այլ հայտնի գիտնական Հ. Կուտարը (Ֆրանսիա) 1920 թ. հաջողությամբ կիրառեց բաժնևորված ճՐԹ-ն գլուխ-պարանոցի քաղցկեղի բուժման նպատակով: Որպես ճառագայթման չափաբաժնի մեծության արժեք հիմք էին ընդունվում մաշկի և լորձաթաղանթի շրջանում առաջացած ճառագայթային ռեակցիաները: Նա առաջինն էր, ով առաջարկեց մոնոքրոմատիկ համասեռ ճառագայթային փունջ ստանալու համար կիրառել տարբեր մետաղական ֆիլտրեր [20]: Իրենց մեծ լուծման ունեցան նաև Է. Քվիմբին և Մ. Սթրենդբլիսթը (ԱՄՆ), առաջարկելով «դոզա-ժամանակ-էֆեկտ» կախվածության թեզը [21,22]: Հենց այս թեզի հիման վրա էլ Ֆ. Էլլիսը (Մեծ Բրիտանիա) առաջարկեց նոմինալ ստանդարտ չափաբաժնի գաղափարը՝ համեմատելով բաժնևորման տարբեր եղանակները կախված ընդհանուր բուժական դոզայից և ժամանակից [23]: Այս ուղղությամբ տարվող աշխատանքները արդիական են մինչ օրս: Առաջ են քաշվել բազմաթիվ ռադիոկենսաբանական մոդելներ, որոնք նկարագրում են ուռուցքային բջիջների և նորմալ հյուսվածքների վնասման աստիճանը, այդ բջիջների վնասման և վերականգնման մեխանիզմները և այլն:

ՃՐԹ-ի նպատակով կիրառվող առաջին ռենտգեն-թերապևտիկ սարքավորումները ունեին բավականին պարզ կառուցվածք, և ճառագայթման փնջի էներգիան չէր գերազանցում 100 կէՎ արժեքը, ինչը խիստ սահմանափակում էր դրանց գործնական կիրառումը: 1913 թ. Վ. Քուլիդջը (ԱՄՆ) նախագծեց ռենտգենյան խողովակ, որի էներգիան հասնում էր 200 կէՎ-ի: Սա հնարավորություն տվեց կիրառել ՃՐԹ-ն ավելի խորանիստ գոյացությունների բուժման ժամանակ: Զուգահեռ տարվում էին նաև ճառագայթային փնջի կատարելագործմանն ուղղված աշխատանքներ՝ մոնոքրոմատիկ փնջի ստացում, ֆիլտրերի և բազմադաշտ ճառագայթման մեթոդիկայի կիրառմամբ՝ դոզայի բաշխման լավացում: 1920 թ. ստեղծվեցին սարքավորումներ՝ ուռուցքի շուրջ ճառագայթման փնջի ռոտացիայով, որը մեծացրեց ՃՐԹ-ի իրականացման տեխնիկական հնարավորությունները և արդյունավետությունը: 1926 թ. Վ. Քուլիդջը (ԱՄՆ) ստեղծեց առաջին «կասկադային» ռենտգենյան խողովակով սարքավորումը, որը տեղադրվեց Նյու Յորքի հիվանդանոցներից մեկում [24,25]:

1930 թ. Է. Լոուրենսը և Դ. Սլոանը (ԱՄՆ) նախագծեցին և կառուցեցին առաջին էլեկտրոնների գծային արագացուցիչը: 1940 թ. Դ. Կերստը (ԱՄՆ) հայտնագործեց բետատրոնը, իսկ Է. Մակմիլանը (ԱՄՆ)՝ սինքրոտրոնը:

1950-1960 թթ. ՃՐԹ-ն արդեն ուներ լայն կիրառություն ամբողջ աշխարհում: 1956 թ. Ստենֆորդի համալսարանում Հ. Կապլանն իրականացնում էր հիվանդների բուժում՝ կիրառելով 6 ՄէՎ էներգիայով ֆոտոնային փունջ [26]: 1960-ական թվականների սկզբներին սկսվեց կոմպակտ էլեկտրոնների գծային արագացուցիչների զանգվածային արտադրությունը և դրանց կիրառումը բժշկական նպատակներով: Սակայն այդ ժամանակահատվածում ՃՐԹ-ի զարգացումը պայմանավորված էր հիմնականում հեռահար գամմա-թերապևտիկ սարքավորումներով, որոնք պարունակում էին կոբալտ-60 ռադիոակտիվ աղբյուր (60Co) [27]:

1990-2000 ԹԹ. ԷԼԵԿՏՐՈՆԱՅԻՆ ԳԾԱՅԻՆ ԱՐԱԳԱՑՈՒՑԻՉՆԵՐԻ ՀԱՄԱՏԱՐԱԾ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ, ՃԱՌԱԳԱՅԹԱՅԻՆ ԲՈՒԺՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՄԵԹՈԴՆԵՐԻ ՁԵՎԱՎՈՐՈՒՄԸ

1990-ական թվականների սկիզբը համարվում է ՃՐԹ-ի զարգացման կարևորագույն փուլերից մեկը, երբ լայնորեն սկսեցին կիրառվել բարձր էներգիայով (որպես կանոն մինչև 20 ՄէՎ էներգիայով) օժտված, էլեկտրոնների գծային արագացուցիչները [28,29]: Այս սարքավորումների ներդրումը հնարավորություն տվեց էականորեն բարելավել ՃՐԹ-ի տեխնիկական պարամետրերը և նվազեցնել հիվանդների մոտ բուժման ֆոնին ի հայտ եկող կողմնակի ազդեցությունները և բարդությունները: ՃՐԹ-ի բուժման մեթոդների օպտիմալացմանը և կատարելագործմանը նպաստեցին նաև օպտորոշիչ սարքավորումների լայն կիրառությունը՝ համակարգչային շերտագրություն (ՀՇ), մագնիսառեզոնանսային շերտագրություն (ՄՌՇ), պոզիտրոն-էմիսիոն շերտագրություն (ՊԷՇ) [30]: Այս մեթոդները հնարավորություն տվեցին իրականացնել բուժման եռաչափ կամ, ինչպես ընդունված է ասել, կոնֆորմալ պլանավորում: Սրան զուգահեռ նաև աստիճանաբար սկսեցին ներդրվել հիվանդների դիրքի ֆիքսացիոն սարքավորումներ, տարբեր սարքավորումներ և ծրագրեր: Ստեղծվեցին բազմաշերտ կոլիմատորով գծային արագացուցիչները՝ ցանկացած կոնֆիգուրացիայի ճառագայթման դաշտերի ձևավորման համար: ՃՐԹ-ի կոնֆորմալ մեթոդի կիրառումը հնարավորություն տվեց ճառագայթման չափաբաժինն առավելագույնս հասցնել ուռուց-

քին՝ միևնույն ժամանակ նվազագույնի հասցնելով առողջ հարակից հյուսվածքներին բաժին ընկնող դոզան:

1978 թ. առաջին անգամ հնարավորություն ստեղծվեց ճառագայթման ընթացքում փոփոխել փնջի ինտենսիվությունը՝ IMRT (Intensity-Modulated Radiation Therapy)՝ ճառագայթվող մակերեսի ամբողջ ծավալով, ապահովելով չափաբաժնի առավելագույն և օպտիմալ տարածական բաշխումը: 2000 թ. սկսած՝ առ այսօր լայնորեն կիրառվում է ՃԹ-ի ժամանակակից մեթոդներից մեկը, որը հաշվի է առնում բուժման ընթացքում ուռուցքի դիրքի և ձևի փոփոխությունը առցանց ստացված պատկերների կառավարմամբ՝ IGRT (Image-Guided Radiation Therapy) [31,32]:

1954թ. ԱՐԻՈՆԱՅԻՆ ԹԵՐԱՊԻԱՅԻ ԿԻՐԱՌՈՒՄԸ

Ժամանակակից ՃՈւ-ի մեջ ճառագայթման հիմնական աղբյուրներ են հանդիսանում գծային արագացուցիչներից ստացվող ֆոտոնային և էլեկտրոնային փնջերը: Սակայն գիտահետազոտական և բուժման մեթոդի կիրառման հետագա զարգացման տեսանկյունից ուշադրություն է արժանի ադրոնային թերապիան (իոններ, պրոտոններ, նեյտրոններ) [33]: Պրոտոնները և իոնները իրենց ֆիզիկական հատկությունների շնորհիվ, ի տարբերություն ֆոտոնների և էլեկտրոնների, թափանցելով հյուսվածքի մեջ, ապահովում են չափաբաժնի առավել օպտիմալ տարածական բաշխում՝ առավելագույնս պահպանելով և չվնասելով ուռուցքին հարակից կրիտիկական ռադիոզգայուն հյուսվածքները [34]: Լավագույն օրինակն է, երբ ուռուցքը տեղակայված է աչքին մոտ և մեծ վտանգ կա վնասելու տեսողական նյարդը՝ զրկելով հիվանդին տեսողությունից: Իոնային և նեյտրոնային փնջերը, ի տարբերություն ֆոտոնային և էլեկտրոնային փնջերի, օժտված են մի շարք ռադիոկենսաբանական հատկություններով, ինչը հնարավորություն է տալիս ազդել դանդաղ աճող հիպօքսիկ և ռադիոկայուն ուռուցքների վրա: Արագացված նեյտրոնների փունջը ՃԹ-ում առաջին անգամ կիրառեց 1938 թ. Ռ. Սթոունը (ԱՄՆ) նեյտրոնների հայտնագործումից 6 տարի անց [35]: Սակայն այն ժամանակ դեռևս հայտնի չէր, որ ճառագայթման տարբեր աղբյուրները միևնույն կլանված չափաբաժնի դեպքում հյուսվածքներում առաջացնում են տարբեր էֆեկտներ: Հետևաբար արագացված նեյտրոններով ճառագայթման ստանդարտ և ընդունված ռեժիմների կիրառումը հիվանդների մոտ առաջացնում էր ծանր բարդություններ: Մի շարք անհաջողություններից և ձախողումներից հետո 1942 թ. նեյտրոնային

թերապիայի կիրառումը երկար ժամանակով դադարեցվեց: Նեյտրոնային թերապիայի նկատմամբ կրկին հետաքրքրություն առաջացավ 1970 թ.: Մ. Քաթերալը (Մեծ Բրիտանիա) և Դ. Բյուլին (ԱՄՆ) կատարեցին համատեղ հետազոտություն՝ կիրառելով 8 ՄԷՎ էներգիայով օժտված արագացված նեյտրոններ: Հետազոտությունների արդյունքները ցույց տվեցին, որ նեյտրոնային թերապիայի կիրառումը ավելի արդյունավետ է ռադիոկայուն ուռուցքների բուժման ժամանակ: Նրանց նախաձեռնությամբ կազմվեց և հրատարակվեց նեյտրոնային թերապիայի կիրառման առաջին ուղեցույցը [36]:

Նեյտրոնային թերապիայի հետ կապված առաջին դրական արդյունքները գրանցվել են Հ. Հատանակայի (Ճապոնիա) կողմից 1968 թ. գլխուղեղի գլիոմայի ճառագայթման ժամանակ [37]: Չնայած այն հանգամանքին, որ 1970-ականներից սկսած տարվում են աշխատանքներ նեյտրոնային թերապիայի զարգացման և կլինիկական ներդրման ուղղությամբ՝ շոշափելի հաջողություններ սկսեցին գրանցվել միայն 1990-ականների կեսերին: Դա պայմանավորված էր մի շարք ռադիոկենսաբանական հետազոտություններով, համակարգչային և հաշվողական տեխնիկայի զարգացմամբ, ինչը հնարավորություն տվեց իրականացնել բուժման համակարգչային եռաչափ պլանավորում: Ներկայումս ամբողջ աշխարհում գործում է 28 մասնագիտացված կլինիկա, որտեղ իրականացվում է նեյտրոնային թերապիա: ՃԹ-ի բուժման մեջ պրոտոնների կիրառման վերաբերյալ գաղափարը առաջ է քաշել և հիմնավորել Ռ. Վիլսոնը (ԱՄՆ) 1946 թ. [38]: Պրոտոնային թերապիան առաջին անգամ կիրառվել է 1954 թ. Բերկլիի համալսարանի Ռադիացիոն հետազոտությունների աշխատակիցների կողմից: Ճառագայթման համար ընտրվեց կրծքագեղձի մետաստատիկ քաղցկեղով հիվանդների խումբ, իսկ որպես ճառագայթման թիրախ՝ հիպոֆիզը՝ հորմոնալ ակտիվությունը ճնշելու համար: Արագացուցից ստացվող պրոտոնային փնջի էներգիան կազմում էր 340 ՄԷՎ: Այս մեթոդով մեկ ֆրակցիայի ընթացքում անհրաժեշտ չափաբաժինը հասցվում էր հիպոֆիզին: Սակայն 1958 թ. նույն լաբորատորիայում հիպոֆիզի ճառագայթման համար սկսեցին կիրառել այլ սխեմա՝ միանվագ ճառագայթումը փոխարինելով եռակի սխեմայով:

1957 թ. այս ուղղությամբ մեծ աշխատանքներ կատարվեցին նաև Շվեդիայում: Ուպսալայի համալսարանի հետազոտողների կողմից, որոնք մշակեցին ճառագայթման նոր հայեցակարգ՝ հիմքում դնելով Լ. Լեքսելի (Շվեդիա) կողմից

մշակված հայեցակարգը: Հիվանդների ճառագայթումը իրականացվում էր 180 ՄէՎ պրոտոնային փնջով՝ միանվագ չափաբաժնով: Հետազոտության և բուժումից հետո ստացված արդյունքները հուսադրող էին և այս հետազոտությունները շարունակվեցին մինչև 1960-ականների կեսերը: Նույն ժամանակահատվածում հետազոտություններ էին իրականացվում նաև ԱՄՆ-ում: 1960-ականների սկզբին Մասաչուսեթսի հիվանդանոցի և Հարվարդի համալսարանի միջև ստորագրվեց համագործակցության հուշագիր պրոտոնային թերապիայի բնագավառում կլինիկական հետազոտություններ անցկացնելու նպատակով: Որպես ճառագայթման աղբյուր օգտագործվում էր համալսարանի ցիկլոտրոնային հետազոտությունների լաբորատորիայի 185 ՄէՎ էներգիայով ցիկլոտրոնը: Պրոտոնային թերապիայի անցկացման համար ընտրվեց հիվանդների խումբ, որոնք տառապում էին ակրոմեգալիայով և Կուշինգի համախտանիշով. ճառագայթման թիրախ էր հիպոֆիզը: Ստացված արդյունքները այնքան տպավորիչ և հուսադրող էին, որ ԱՄՆ Քաղցկեղի ազգային ինստիտուտի կողմից հատկացվեց բավականին պատկառելի ֆինանսավորում աշխատանքների շարունակման համար: 1970-ականների սկզբին նույն հիվանդանոցի ՃՈւ բաժանմունքի կողմից մշակվեցին ուղեցույցներ՝ հիմնավորելով պրոտոնային թերապիայի անհրաժեշտությունը գլուխ-պարանոցի ուռուցքների, սարկոմաների և մելանոմաների դեպքում: Եվս մեկ հաջողություն այս կենտրոնն արձանագրեց 1979 թ., երբ առաջ քաշվեց գաղափար կիրառել պրոտոնային թերապիան շագանակագեղձի քաղցկեղի բուժման համար: Այդ նպատակով որպես փորձարարա-

կան խումբ ընտրվեց 17 հիվանդ: Բուժումից հետո 12-27 ամիս կատարվեց հիվանդների հետազոտում: Ստացված արդյունքները ցույց տվեցին, որ կողմնակի բարդությունները աննշան են և թույլ արտահայտված, իսկ ուղիղաղիքային թունավորությունը նվազագույն է: Ներկայումս աշխարհում գործում է պրոտոնային թերապիայի շուրջ 57 կենտրոն:

ՃԹ-ն իոնային փնջով առաջին անգամ կիրառական նշանակություն է գտել Ճապոնիայում 1994 թ. [39]: Հատուկ այդ նպատակով ստեղծվել է նաև մասնագիտացված հիվանդանոց, որտեղ իրականացվում է իոնային թերապիա: Ի տարբերություն պրոտոնային թերապիայի, իոնային թերապիան ներկայումս լայն կիրառություն չի գտնում ելնելով մի շարք օբյեկտիվ հանգամանքներից: Աշխարհում ներկայումս գործում է իոնային թերապիայի 13 մասնագիտացված կենտրոն:

Անհրաժեշտ է նշել, որ ադրոնային թերապիայի կլինիկական լայն կիրառության համար խոչընդոտող գործոն է նշված սարքավորումների և տեխնոլոգիաների ծախսատարությունը, որակյալ մասնագետների պակասը: Չնայած այս հանգամանքին՝ ապացուցված է, որ ադրոնային թերապիան ցուցված է քաղցկեղով տառապող հիվանդների մոտ 30-40%-ին:

Ներկայումս էլ ամբողջ աշխարհում կատարվում են մեծ թվով գիտահետազոտական աշխատանքներ և առաջարկվում են նորարարական գաղափարներ՝ ուղղված ՃԹ-ի կիրառելիության մեծացմանը, արդյունավետության բարձրացմանը, կլինիկաներում ներդրվում են բուժման նոր տեխնոլոգիաներ՝ նպաստելով ՃԹ-ի շարունակական և հետևողական զարգացմանը:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. L'Annunziata MF. Radioactivity: Introduction and History. Amsterdam: Elsevier, 2007. 632 p.
2. Власов ПВ. Открытие рентгеновских лучей. Вестник рентгенологии и радиологии. 1995;5:55-57
3. Hellman S. Roentgen centennial lecture: discovering the past, inventing the future. Int J Rad Oncol Biol Phys. 1996;35(1):15-20
4. Röntgen W. On a new kind of rays. Proceedings of the Würzburg Physico-Medical Society. 1895
5. Becquerel H. Sur les radiations invisibles émises par les sels d'uranium. CR Acad Sci (Paris). 1896. 122:689-694
6. Тарханов ИР. Опыт над действием Рентгеновских X-лучей на животный организм. Известия С.-Петербургской биологической лаборатории. 1896;1(3):47-52
7. Despeignes V. Observation concernant un cas de cancer de l'estomac traité par les rayons Röntgen. Lyon médical. 1896:428-430

8. Freund L. Ein mit Röntgen-strahlen behandelter Fall von Naevus pigmentosis piliferus. Wien Med Wochensch. 1897;10:428-433.
9. Connell P, Hellman S. Advances in radiotherapy and implications for the next century: a historical perspective. Cancer Res. 2009;69:2:383-392
10. Основы лучевой диагностики и терапии: национальное руководство. Под ред. акад. С.К. Терновой. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. 992 с.
11. Терапевтическая радиология: руководство для врачей. Под ред. А.Ф. Цыба, Ю.С. Мардынского. М.: ООО «МК», 2010. 552 с.
12. Curie P, Curie M. Les nouvelles substances radioactives et les rayons qu'elles émettent. Rapports présentés au Congrès international de Physique, Gauthier-Villars, Paris. 1900;III:79-114
13. Wickham L, Degrais P. Radium as employed in the treatment of cancer, angiomas, keloids, local tuberculosis and other affectations. New York: Paul B. Hoeber, 1913

14. Mould RF. Priority for radium therapy of benign conditions and cancer. *Curr Oncol*. 2007;14:3:118-122
15. Решетилло ДФ. Лечение лучами рентгена. М., 1906
16. Regaud C. Influence de la duree d'irradiation sur les effets determines dans le testicule par le radium. *Compt Rend Soc Biol*. 1922;86:787-790
17. Pasteau O, Degrais P. De l'emploi du radium dans le traitement des cancers de la prostate. *J Urol Med Chir*. 1913;4:341-366
18. Ash D, Bottomley DM, Carey BM. Prostate brachytherapy. *Prostate Cancer and Prostatic Diseases*. 1998;1:185-188
19. Ferroux R, Monod O, Regaud C. Treatment of cancer of the neck of the uterus by radium at a distance; technique and first results. *J Radiol Electrol*. 1926;X:21-23 (also publ. in the *Am J Surg*. 1927.;2:1:96)
20. Coutard H. Principles of X-ray therapy of malignant diseases. *Lancet*. 1934;2:1-12
21. Quimby EH. Achievement in radiation dosimetry, 1937-1950. *Br J Radiol*. 1951;24:277:2-5
22. Strandquist M. Studies of the cumulative effects of fractionated X-Ray treatment. *Acta Radiol*. 1944. Suppl. 55:1-300
23. Ellis F. Dose, time and fractionation: a clinical hypothesis. *Clin Radiol*. 1969;20:1-7
24. Busch U. 100 years of the Coolidge tube. *Rofo*. 2014;86:1:85-86
25. Coolidge WD. The development of modern roentgen-ray generating apparatus. *Am J Roentgenology*. 1930;24:605-620
26. Kaplan HS, Bagshaw MA. The Stanford medical linear accelerator. III. Application to clinical problems of radiation therapy. *Stanford Med Bull*. 1957;15:3:141-151
27. Ginzton EL, Nunan CS. History of microwave electron linear accelerators for radiotherapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 1985;11:205-216
28. Baker M. Medical linear accelerator celebrates 50 years of treating cancer. *Stanford Report*. 2007. Available at: <https://news.stanford.edu/news/2007/april18/med-accelerator-041807.html>. Accessed on: 18-Oct-2022
29. Черняев АП. Ядерно-физические технологии в медицине. *Физика элементарных частиц и атомного ядра*. 2012;43(2):499-518
30. Марусина МЯ, Казначеева АО. Современное состояние и перспективы развития томографии. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2007;42:3-13
31. Taylor A, Powell MEB. Intensity-modulated radiotherapy – what is it? *Cancer Imaging*. 2004;4:2:68-73
32. Матякин ГГ, Чуприк-Малиновская ТП, Насникова ИЮ, Емельянов ИВ. Современные возможности лучевой терапии в онкологии. *Кремлевская медицина. Клинический вестник*. 2011;1:47-51
33. Гулидов ИА, Мардынский ЮС. Адронная лучевая терапия злокачественных новообразований. Вместе против рака: Врачам всех специальностей. 2005;3:33-37
34. Brown A, Suit H. The centenary of the Bragg peak. *Radiother Oncol*. 2004;73:265-268
35. Stone R, Laurence J, Aebersold P. Preliminary report on use of fast neutrons in treatment of malignant disease. *Radiology*. 1940;35:322-327
36. Catterall M, Bewley D. Fast neutrons in the treatment of cancer. London: Academic Press and New York: Grune and Stratton, 1979:39
37. Hatanaka H. Boron-neutron capture therapy for tumors. *Glioma*. 1991:233-249
38. Wilson RR. Radiological use of fast protons. *Radiology*. 1946;47:5:487-491
39. Kamada T, Tsujii H, Blakely EA et al. Carbon ion radiotherapy in Japan: an assessment of 20 years of clinical experience. *Lancet Oncol*. 2015;16:2:e93-e100

Всемирная история развития радиационной онкологии

Паруйр М. Антонян¹, Лусине М. Мурадян²

¹Медицинский центр «ИРА Медикал Груп», Ереван, Армения

²Национальный онкологический центр имени В.А. Фанарджяна, Ереван, Армения

АБСТРАКТ

В работе освещены основные этапы развития лучевой терапии в мире; приведена информация о важнейших научных достижениях, имеющих общемировое значение и являющихся основополагающими для данного научного направления. Рассмотрена деятельность

ведущих научных организаций разных стран в области лучевой терапии; названы имена ученых, врачей и других специалистов, внесших значительный вклад в развитие радиационной онкологии. Приведены основные литературные источники, актуальные в рассматриваемой области. Данные статьи могут представлять интерес и быть полезными в работе ученых медико-биологического профиля, практикующих радиационных онкологов, студентов медицинских факультетов, аспирантов, ординаторов и других специалистов.

Ключевые слова: лучевая терапия, радиотерапия, рентгенотерапия, лечение злокачественных новообразований, радиоактивность, история.

World history of the development of radiation oncology

Paruyr M. Antonyan¹, Lusine M. Muradyan²

¹“IRA Medical Group” Medical Center, Yerevan, Armenia

²Fanarjyan National Center of Oncology, Yerevan, Armenia

ABSTRACT

The paper highlights the main stages in the development of radiation therapy in the world. Information on the most important achievements is provided which are fundamental for this scientific direction. The activities of the

leading scientific organizations of different countries in the field of radiation therapy are discussed. The names of the scientists, doctors, and other specialists, who have made a significant contribution to the development of radiation oncology are highlighted. This article can be interesting and useful for biomedical scientists, radiation oncologists, medical university students, research fellow, residents, and other specialists.

Key words: radiation therapy, radiotherapy, roentgenotherapy, treatment of malignant neoplasms, radioactivity, history