

Radioterapija v Sloveniji

Radiotherapy in Slovenia

Irena Oblak¹ in Franc Anderluh¹

¹Onkološki inštitut, Zaloška cesta 2, 1000 Ljubljana

IZVLEČEK

Zdravljenje z obsevanjem ali radioterapija je eden od treh temeljnih načinov zdravljenja raka. V Sloveniji zdravljenje z obsevanjem izvajamo na Onkološkem inštitutu v Ljubljani in v manjšem obsegu od novembra 2016 tudi na Oddelku za radioterapijo v Univerzitetnem kliničnem centru v Mariboru. V Sloveniji smo v zadnjih letih v povprečju vsako leto opravili preko 6.000 teleradioterapevtskih obsevanj pri skoraj 5.000 bolnikih, ob tem pa letno opravimo tudi približno 400 brahiterapevtskih posegov. V članku je prikazano trenutno stanje na področju radioterapije v Sloveniji, na osnovi rezultatov nekaterih mednarodnih raziskav pa tudi, kam nas trenutne strojne in kadrovske zmogljivosti na tem področju uvrščajo v evropskem merilu.

Ključne besede: radioterapija, Slovenija

UVOD

Zdravljenje z obsevanjem ali *radioterapija* je eden od treh temeljnih načinov zdravljenja raka. Radioterapija je pri nekaterih rakih lahko edini način zdravljenja, večino bolnikov z rakom pa danes zdravimo s kombinacijo kirurškega zdravljenja, obsevanja in sistemskega zdravljenja. Obsevanje je temeljno zdravljenje kar pri 40% bolnikov z rakom ki preživijo pet let ali več, je poleg kirurgije najuspešnejša metoda zdravljenja raka in se lahko pohvali z najugodnejšim razmerjem cena-učinek (1), nudi pa tudi možnost ohranitve zdravljenih organov pri pomembnem delu tako zdravljenih bolnikov (2).

Večino bolnikov zdravimo s *teleradioterapijo*, pri kateri obsevalni žarki od zunaj prehajajo skozi bolnikovo telo. Pri nekaterih vrstah raka lahko teleradioterapijo dopolnimo z *brahiradioterapijo*, kjer izvore obsevanja preko posebnih vodil za določen čas namestimo v bolnikovo telo. Brahiradioterapija se sicer v nekaterih kliničnih situacijah lahko uporablja tudi kot povsem samostojen način zdravljenja.

Zdravljenje z obsevanjem je lahko *radikalno*, kjer je namen zdravljenja ozdravitev. Ta sklop vsebuje *predoperativno* (neoadjuvantno) obsevanje, ki je namenjeno zmanjšanju tumorja čemur nato sledi poskus popolne kirurške odstranitve tumorja, *pooperativno* (adjuvantno) obsevanje, kjer je osnovni namen preprečiti področno ponovitev bolezni ter *definitivno radioterapijo*, kjer se obsevanje (lahko v kombinaciji s sočasno kemoterapijo) uporablja kot samostojen način zdravljenja. Pri *paliativnem* obsevanju, ko je bolnik praviloma neozdravljivo bolan, se poskuša z obsevanjem omiliti težave, ki jih bolniku povzročajo tumor ali oddaljeni zasevki.

ABSTRACT

Treatment with irradiation or radiotherapy is one of the three basic cancer treatment methods. In Slovenia, radiotherapy is carried out at the Institute of Oncology in Ljubljana and since November 2016 in a lesser extent also at the Department of Radiotherapy in the University Medical Centre in Maribor. In recent years in Slovenia, we performed on average over 6,000 teletherapy procedures in approximately 5,000 patients, and also around 400 brachytherapy procedures annually. This paper shows the current situation in the field of radiotherapy in Slovenia and also, based on the results of several international studies, where our current hardware and personnel capacities in this area put us in the European scale.

Key words: radiotherapy, Slovenia

RADIOTERAPEVTSKA DEJAVNOST V SLOVENIJI

Radioterapevtska dejavnost v Sloveniji se trenutno izvaja na Onkološkem inštitutu v Ljubljani (OIL), ki ima potrebne obsevalne naprave, naprave in sisteme za načrtovanje in nadzor izvajanja obsevanja ter ustrezno usposobljeno osebje, v manjšem delu pa od novembra 2016 tudi na Oddelku za onkologijo Univerzitetnega kliničnega centra (UKC) v Mariboru. Približno 90% vseh bolnikov se v Sloveniji z obsevanjem zdravi ambulantno, tako da se na zdravljenje vozijo iz domačega okolja.

Sektor radioterapije je kot največja organizacijska enota OIL sestavljen iz štirih podenot:

- oddelka za teleradioterapijo;
- oddelka za brahiradioterapijo;
- oddelka za radiofiziko in
- kliničnih oddelkov sektorja.

Strokovno delo osebja Sektorja radioterapije zajema načrtovanje in izvedbo obsevanja, delo v ambulantah, na bolniških oddelkih, na multidisciplinarnih konzilijih na OIL ter konzilijarno delo v nekaterih drugih bolnišnicah po Sloveniji.

Strojna opreme Sektorja radioterapije vključuje:

- osem linearnih pospeševalnikov (pet aparatov proizvajalca Varian in tri aparate proizvajalca Elekta) za teleradioterapevtska obsevanja s fotoni in elektroni, opremljenih s sistemi za verifikacijo obsevalnih polj;
- tri brahiterapevtske obsevalne aparate z naknadnim polnjenjem (angl. »after-loading«), trenutno sta delujoči dve napravi;
- en terapevtski rentgenski aparat za obsevanje kožnih tumorjev;

- za načrtovanje obsevanja dva CT-simulatorja ter po en konvencionalni rentgenski in en MRI simulator;
- sistem za obsevanje celega telesa (TBI, angl. »total body irradiation«), ki je plod lastnega znanja in razvoja ter
- vso pripadajočo strojno in programsko opremo za načrtovanje in izvajanje obsevanja ter kontrolo kakovosti.

Na OIL pri vseh radikalno zdravljenih bolnikih danes uporabljamo vsaj 3-dimenzionalno načrtovano konformno obsevanje, se pa v zadnjih letih strmo povečuje število bolnikov, obsevanih s kompleksnejšimi tehnikami kot so intenzitetno modulirano obsevanje (IMRT), volumetrična ločna terapija (VMAT) ter stereotaktična radioterapija (SRT) ali stereotaktična radiokirurgija (SRS). Omenjene kompleksne tehnike omogočajo še natančnejše obsevanje z uporabo višjih doz obsevanja na tarčne volumne, kar omogoča boljšo kontrolo bolezni in boljšo zaščito sosednjih zdravih tkiv, kar prav tako vodi k boljšemu izidu zdravljenja. V sodelovanju z Oddelkom za radiologijo in Oddelkom za nuklearno medicino OIL smo v zadnjih letih pri načrtovanju obsevanja pri izbranih bolnikih pričeli tudi z uporabo aparatov za magnetno resonanco (MRD) in pozitronsko emisijsko tomografijo z računalniško tomografijo (PET-CT), s čimer lahko natančnost načrtovanja obsevanja še dodatno povečamo. Septembra 2016 je bil na OIL inštaliran MRI simulator namenjen predvsem za potrebe radioterapije, kar bo pomembno doprineslo k nadaljnjemu razvoju radioterapevtske dejavnosti v Sloveniji, saj je bila dostopnost do tovrstne preiskave do sedaj precejšen problem. Aprila 2016 smo v klinično prakso uvedli stereotaktično obsevanje bolnikov z omejenim pljučnim rakom ali solitarnimi zasevki na pljučih, v bližnji prihodnosti pa načrtujemo uvedbo tovrstnega obsevanja tudi na drugih anatomskih lokalizacijah, kot so npr. jetra in hrbtenica. Ob pričetku kliničnega dela na novem obsevalnem aparatu *Versa HD* smo aprila 2016 pričeli tudi z novo tehniko obsevanja pri bolnicah z rakom leve dojke, ki z obsevanjem ob globokem vdihu oziroma s kontrolo dihanja (angl. »respiratory gating«), omogoča manjšo dozno obremenitev na srce.

V Sloveniji smo v zadnjih letih v povprečju vsako leto opravili preko 6.000 teleradioterapevtskih obsevanj pri približno 4.700 bolnikih, ob tem pa letno opravimo tudi približno 400 brahiterapevtskih posegov. Ta hip se z obsevanjem, kadarkoli v poteku svoje bolezni, namesto priporočenih 50% (3-11), pri nas obseva le 36% vseh bolnikov z rakom. Če izključimo bolnike z ne-mela-

nomskim rakom kože ta delež znaša 43%, kar je še vedno pod priporočenim 50% deležem vseh na novo zbolelih bolnikov z rakom. To z zagotovostjo lahko povežemo s pomanjkanjem tako strojnih kot kadrovskih radioterapevtskih kapacitet, s posledičnim omejevanjem nekaterih indikacij za zdravljenje z obsevanjem, kar je v zadnjih letih prav gotovo vplivalo na dogajanje na področju onkološkega zdravljenja v Sloveniji. Premajhen delež obsevanih bolnikov gre predvsem na račun paliativnih obsevanj, kjer lahko zadovoljiv paliativni učinek pogosto dosežemo tudi z drugimi načini zdravljenja (kirurgija, sistemsko zdravljenje, ustrezna analgetična terapija,...), slabše pa so zastopana tudi posamezna radikalna zdravljenja kot npr. obsevanje pri raku prostate, kjer v Sloveniji v sklopu prvega zdravljenja še vedno uporabljamo predvsem kirurške metode.

Delaney je s sodelavci (11) leta 2005 izdelal priporočila za delež obsevanih bolnikov za posamezne tumorske lokalizacije. V okviru naše analize je bila upoštevana incidenca povzeta po podatkih Registra raka Republike Slovenije za leti 2009 (12) in 2012 (13) ter podatkih pridobljenih iz na OIL uporabljanega lokalnega mrežnega sistema »Webdoctor«, v katerem so zavedeni vsi na OIL obravnavani bolniki. Poleg tega smo po posameznih tumorskih lokalizacijah prešteli tudi vse obsevane bolnike (Tabela 1). Iz podatkov je razvidno, da je delež z obsevanjem zdravljenih bolnikov pri nekaterih tumorskih lokalizacijah v Sloveniji zadovoljiv (dojka, danko, karcinomi glave in vratu,...), pri nekaterih (hepatobiliarni trakt, želodec, trebušna slinavka, prostata,...) pa je iz različnih razlogov nezadosten. Omenjene podatke je sicer potrebno jemati z nekaj rezerve, saj se zavedamo, da bi bila za posameznega bolnika potrebna natančnejša analiza zakaj so bili v konkretni klinični situaciji izbrani določeni načini zdravljenja in ne kateri drugi, poleg tega pa je potrebno upoštevati tudi specifične našega zdravstvenega sistema in dejstvo, da se za posamezne tumorske lokalizacije lokalna priporočila za zdravljenje lahko razlikujejo od Delaneyevih.

Pri primerjavi deležev vseh obsevanih bolnikov med leti 2009 in 2012 lahko ugotovimo, da je delež obsevanih bolnikov porasel iz 34% (40%, če izključimo bolnike z ne-melanomskim rakom) na 36% (43%, če izključimo bolnike z ne-melanomskim rakom). Poleg tega v tem času beležimo tudi manjši porast deleža paliativnih obsevanj, ki je iz 37% porasel na 37.5%, kar lahko pripišemo povečanju strojnih kapacitet, ki pa so še vedno nezadostne.

Tabela 1. Mednarodna priporočila za delež obsevanih bolnikov po posameznih tumorskih lokalizacijah (11) in stanje v Sloveniji v letih 2009 in 2012.

Vrsta raka	2009			Mednarodna priporočila*	2012		
	Incidenca	Število obsevanih bolnikov v RS	Delež obsevanih v RS (%)		Incidenca	Število obsevanih bolnikov v RS	Delež obsevanih v RS (%)
DOJKA	1137	914	80	83	1311	1021	77.9
PLJUČA	1193	693	58	76	1251	854	68.3
MELANOM	450	107	23.8	23	516	115	22.3
PROSTATA	1313	181	13.8	60	1428	365	25.6
GINEKOLOŠKI	643	249	38.7	35	676	252	37.3
DEBELO ČREVO	1049	29	2.8	14	1046	51	4.9
DANKA	519	290	55.9	61	484	294	60.7
GLAVA -VRAT	467	372	80	78	485	354	73
ŽOLČNIK, JETRA	321	2	0.6	13	379	8	2.1
POŽIRALNIK	87	46	52.9	80	87	47	54
ŽELODEC	469	91	19.4	68	461	119	25.8
TREBUŠNA SLINAVKA	329	6	1.8	57	356	17	4.8
LIMFOMI	348	245	70.4	65	405	242	59.7
LEVKEMIJE	254	16	6.3	4	365	16	4.4
PLAZMOCITOM	123	58	47.1	38	128	49	38.3
MOŽGANSKI	144	92	63.9	92	122	101	83
MEHUR	283	11	3.9	58	304	29	9.5
MODA	91	4	4.4	49	105	4	3.8
ŠČITNICA	149	26	17.4	10	149	30	20.1

Na tem mestu je potrebno opozoriti tudi na čakalne dobe na pričetek zdravljenja z obsevanjem, ki so v Sloveniji zaradi nezadostnih kapacitet v povprečju predolge in v zadnjem letu ponovno postajajo pereč problem. Znano je, da imata odlaganje pričetka zdravljenja z obsevanjem oz. predolga čakalna doba na pričetek obsevanja škodljiv vpliv na možnost ozdravitve pri radikalno zdravljenih bolnikih, pri paliativno obsevanih bolnikih pa lahko to še dodatno poslabša bolnikove težave in negativno vpliva na kvaliteto preostalega življenja (14-25). Po mednarodnih priporočilih naj čas od predstavitve bolnika zdravniku radioterapevtu onkologu (po zaključenem diagnostičnem postopku) do pričetka obsevanja ne bi presegal 14 dni (15, 26) oziroma tistega časa, ki ga zahtevajo postopki priprave bolnikov na obsevanje (princip ASARA – »As Short As Reasonably Achievable«) (27). Zaenkrat sicer še nimamo teoretičnega dokaza o obstoju določenega časovnega praga, izpod katerega bi bilo odlašanje s pričetkom obsevanja za bolnike še varno.

Dostopnost do teleradioterapevtskega obsevalnega zdravljenja se bo v Sloveniji deloma izboljšala ob vzpostavitvi popolnega delovanja manjšega radioterapevtskega centra v UKC Maribor, kjer sta že tri leta nameščena dva linearna pospeševalnika. S kliničnim delom sta, predvsem zaradi pomanjkanja ustreznega

kadra, pričela šele novembra 2016. Sektor radioterapije OIL že vrsto let (vsaj od 2003) ponuja pomoč pri snovanju radioterapevtske dejavnosti v Mariboru, septembra 2016 pa je bila končno podpisana krovna pogodba o medsebojnem sodelovanju med UKC Maribor in Onkološkim inštitutom. Do pričetka kliničnega dela v novembru smo s sodelavci iz radioterapevtskega oddelka v UKC Maribor pripravili potrebno dokumentacijo za pridobitev vseh potrebnih dovoljenj, opravili potrebne dodatne fizikalne meritve na aparatih in oblikovali ustrezne klinične protokole.

V mesecu novembru 2016 smo v klinično prakso uspešno uvedli paliativna obsevanja ter v sredini februarja 2017 uspešno zaključili uvajanje radikalnega obsevanja raka dojke. Na ta način so vzpostavljeni potrebni osnovni pogoji, da se v UKC Maribor lahko izvajajo paliativna obsevanja in radikalna obsevanja raka dojke z določenimi omejitvami. Bolnice s področno razširjeno boleznijo ter mlajše bolnice z rakom leve dojke se bo še naprej pošiljalo na zdravljenje v Ljubljano, saj te bolnice potrebujejo posebne in bolj kompleksne tehnike obsevanja (obsevanje z mono-izocentrom, uporaba kontrole dihanja), ki jih v UKC Maribor zaenkrat še ne morejo biti deležne.

Pri dosedanjem opravljenem delu je bil pri vzpostavljanju radioterapevtske dejavnosti v UKC Mariboru vključen praktično celoten

Sektor radioterapije z vodstvom in ostalimi sodelavci: zdravniki specialisti onkologije z radioterapijo, pooblaščenec izvedenci medicinske fizike, medicinski fiziki, radiološki inženirji, vzdrževalci obsevalnih naprav in administratorke. Pregledana je bila obstoječa strokovna dokumentacija UKC Maribor, opravljene potrebne fizikalne meritve, sodelovali smo pri oblikovanju protokolov in različnih formularjev, sestavljali različna poročila, se usklajevali z zunanjimi partnerji in skupaj z osebjem Radioterapevtskega oddelka UKC Maribor pripravili vse dokumente, ki so na osnovi obstoječe zakonodaje potrebni za pridobitev ustreznih dovoljenj za pričetek kliničnega dela.

V skladu z dogovorom sprejetim na Razširjenem strokovnem kolegiju za onkologijo ter v skladu z Načrtom razvoja radioterapevtske dejavnosti v Republiki Sloveniji za obdobje 2013-2018 (9) se bodo na Radioterapevtskem oddelku UKC Maribor lahko obsevali bolniki iz severovzhodne Slovenije, ki potrebujejo enostavnejša obsevanja in/ali obsevanja v Sloveniji najpogostejših anatomskih lokalizacij. Tako se bodo v Mariboru izvajala:

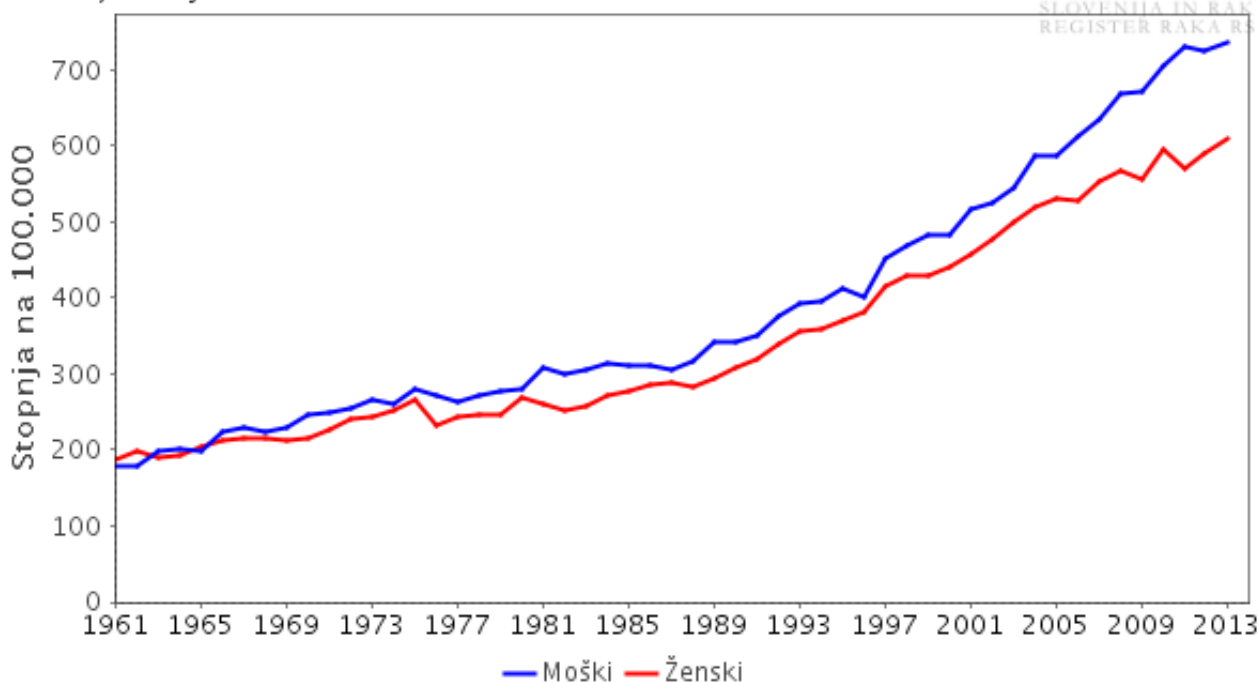
1. paliativna obsevanja vseh lokalizacij;
2. obsevanja v sklopu radikalnega zdravljenja raka dojke;
3. obsevanja v sklopu radikalnega zdravljenja raka danke in
4. obsevanja v sklopu radikalnega zdravljenja raka pljuč.

Zaradi trenutnega pomanjkanja kadra smo se s pristojnimi iz UKC Maribor po zaključenem uvajanju radikalnih obsevanj raka dojke dogovorili, da bi z uvajanjem radikalnega obsevanja raka pljuč in danke počakali do zaposlitve stalnega zdravnika onkologije z radioterapije. Pri bolnikih s pljučnim rakom se namreč zaradi narave njihove bolezni zdravstveno stanje med zdravljenjem lahko zelo hitro spreminja in so zato potrebne ustrezne korekcije zdravljenja (tudi obsevalnega), za katere pa se lahko odloča le kompetenten specialist onkologije z radioterapijo, ki je seznanjen z bolnikom in dotedanjim potekom njegovega zdravljenja.

Slika 1. Rast incidence od 1961 do 2013 (povzeto po 13).

Groba incidenčna stopnja

vsi raki (C00-C96)
moški in ženske
1961-2013, Slovenija



Onkološki inštitut Ljubljana, Register raka RS, 18.05.2017

RAST INCIDENCE IN VEČANJE POTREB PO ZDRAVLJENJU Z OBSEVANJEM

Glede na pričakovani porast incidence rakavih obolenj ter na trenutne dejanske čakalne dobe na pričetek zdravljenja z obsevanjem, bo širjenje in posodabljanje obsevalnih zmogljivosti v Sloveniji v prihodnje nujno. Po mednarodnih priporočilih naj bi se z obsevanjem kadarkoli v poteku svoje bolezni zdravila približno polovica vseh bolnikov z rakom (4-6), pri približno 25% bolnikov pa je obsevanje kasneje potrebno ponavljati (4, 5). Švedski raziskovalci so leta 2003 poročali, da znaša vsota, namenjena za radioterapijo, le 5,6% vseh stroškov za zdravljenje raka (28). Ob poplavi novih, praviloma zelo dragih sistemskih zdravil v zadnjih letih, ki izdatno višajo celokupne stroške zdravljenja, lahko upravičeno sklepamo, da je delež denarnih sredstev potreben za kritje radioterapevtske dejavnosti v državi ta trenutek še nižji kot pred trinajstimi leti.

V Sloveniji se, glede na povečevanje zbolevnosti za rakom ter po naši oceni na nacionalnem nivoju preizkuse denarne vložke v razvoj radioterapevtske dejavnosti, že več let srečujemo s težavami pri zagotavljanju ustreznih radioterapevtskih kapacitet v državi. Po podatkih Registra raka za Slovenijo, ki ga vodi OIL, je leta 2013 v Sloveniji za rakom zbolelo 13.717 ljudi, 7.442 moških in 6.275 žensk. V zadnjem poročilu ocenjujejo, da bosta od rojenih leta 2013 do 75. leta starosti za rakom predvidoma zbolela eden od dveh moških in ena od treh žensk ter, da je leta 2016 za rakom zbolelo približno 14.800 prebivalcev Slovenije, približno 8.300 moških in 6.500 žensk. Ogroženost z rakom se večja in je največja v starejših letih, saj je od vseh zbolelih leta 2013 kar 61% moških in 58% žensk starejših od 65. leta. Ker se slovensko prebivalstvo stara, je samo zaradi vedno večjega deleža starejših pričakovati, da se bo število novih primerov raka še večalo (13).

Trend rasti incidence bolnikov z rakom od leta 1981 do ocene zbolelosti v letu 2016 je zaskrbljujoč in na nacionalnem nivoju zahteva odločne ukrepe pri načrtovanju potrebnega strojnega parka in kadrov za potrebe radioterapije (Tabela 2).

Tabela 2. Rast incidence raka v Republiki Sloveniji med leti 1981 in 2016 (povzeto po letnih poročilih Registra raka za Slovenijo).

*Ocena Registra raka Republike Slovenije

Leto	Incidenca
1981	5038
1991	6885
2001	9058
2002	9356
2003	9997
2004	10625
2005	10720
2006	11043
2007	11607
2008	12180
2009	12226
2010	12896
2011	12922
2012	13277
2013	13717
2014	14311*
2015	14611*
2016	14785*

Tudi avtorji leta 2016 objavljene ESTRO-HERO (angl. »European Society for Radiotherapy and Oncology - Health Economics in Radiation Oncology«) raziskave (6), v kateri so ocenjevali koliko novih bolnikov z rakom bo v letu 2025 v Evropi potrebovalo zdravljenje z obsevanjem, navajajo, da bo incidenca bolnikov z rakom v večini Evropskih držav rasla še naprej in z njo posledično tudi potrebe po obsevanju. Ocena potreb po obsevanju je bila narejena na osnovi podatkov pridobljenih leta 2012, ob tem so izključili bolnike z ne-melanomskim rakom kože. Na nivoju celotne Evrope do leta 2025 ocenjujejo 16.1% porast na novo zbolelih, za Slovenijo pa kar 24% porast. Za Slovenijo predpostavljajo, da bo porast potreb po obsevanju največji pri pljučnem raku, sledi rak prostate in rak dojke (6). Ob načrtovanju radioterapevtskih kapacitet ne smemo pozabiti že prej omenjenih dejstev, da naj bi bilo vsaj 50% na novo zbolelih bolnikov z rakom zdravljenih tudi ali samo z obsevanjem in da približno četrtina bolnikov z rakom kasneje potrebuje ponovno obsevanje. Zaradi nihanja priliva bolnikov je na obsevalnih napravah potrebno zagotoviti proste zmogljivosti v višini 10% povprečnega dnevnega števila obsevanih bolnikov (9). Pomembno je poudariti tudi časovne normative, ki za enostavne obsevalne tehnike (vključno s 3-di-

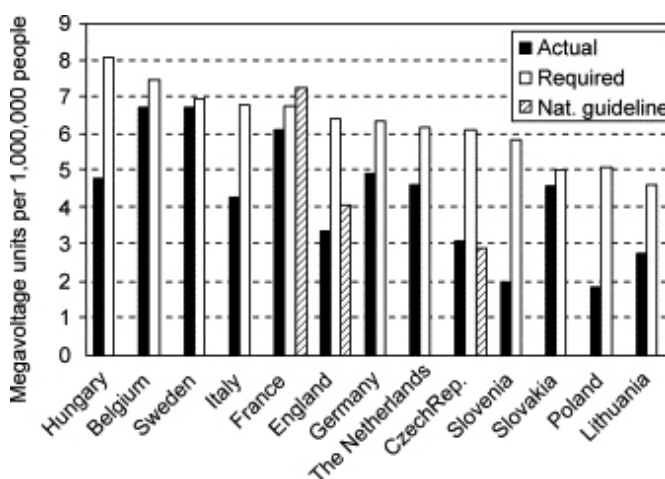
menzionalnim konformnim obsevanjem) znašajo štirje obsevani bolniki na uro na eno obsevalno napravo (29). Ob uporabi kompleksnejših obsevalnih tehnik, kot so IMRT, VMAT, SRS, SRT ter slikovno vodeno obsevanje (angl. »image guided radiotherapy« - IGRT), so časovne obremenitve ustrezno daljše (3) in znašajo od 30 do 45 minut na enega bolnika, časovne obremenitve za izvajanje stereotaktičnega obsevanja in obsevanje celega telesa (angl. »total body irradiation« - TBI) pa lahko za posameznega bolnika znašajo tudi več ur (7-9). Ob uporabi vse kompleksnejših tehnik obsevanja v zadnjih letih naraščajo tudi stroški zdravljenja z obsevanjem. V švedski raziskavi so izračunali, da so stroški namenjeni radioterapiji iz leta 1991 do leta 2000 porasli za 16% (28), Belgijci pa ob vse kompleksnejšem zdravljenju ter porastu števila obsevanih bolnikov za 33%, poročajo o celo podvojenih stroških od leta 2000 do leta 2009 (30).

Pri načrtovanju radioterapevtskih kapacitet je za to, da dosežemo optimalno razpoložljivost radioterapevtskega zdravljenja, brez čakalne dobe na obsevanje in hkrati brez nepotrebnega predimenzioniranja kapacitet z nepotrebnimi dodatnimi stroški, potrebno znotraj posamezne populacije upoštevati številne kriterije (31). Okvirna priporočila je že leta 1999 postavil Porter, ki je poročal, da je na milijon prebivalcev potrebnih 5-7 linearnih pospeševalnikov, je pa dejansko število odvisno od razvitosti države (in s tem povezanim zdravstvenim sistemom) oz. zahtev po uporabi kompleksnejših radioterapevtskih tehnik (32). Natančnejši izračun za države Evropske skupnosti je bil leta 2005 narejen s strani Evropskega združenja za radioterapijo ESTRO (angl. »European Society for Therapeutic Radiology and Oncology«) v okviru mednarodnega projekta QUARTS (angl. »QUAntification of Radiation Therapy Infrastructure and Staffing Needs«) (33). Ta izračun je temeljil na:

- za vsako državo članico specifični incidenci posameznih vrst raka;
- z dokazi podprtimi indikacijami za radioterapijo za vsako posamezno vrsto raka;
- razlikah v kompleksnosti posameznih vrst obsevanja in
- povprečni letni obremenitvi obsevalnika - 450 obsevanj na obsevalno napravo za 8-urni delovni čas.

Izračun za Slovenijo je pokazal, da bi že leta 2005 glede na starostno strukturo prebivalstva, letno incidenco raka in strukturo posameznih vrst raka potrebovali 5.85 linearnih pospeševalnikov na milijon prebivalcev oziroma 11.7 pospeševalnikov (Slika 2).

Slika 2. Razpoložljive in potrebne obsevalne naprave v nekaterih državah Evropske skupnosti leta 2005 (povzeto po 33).



Pregled radioterapevtskih kapacitet v državah Evropske skupnosti, ki je bil leta 2013 predstavljen v članku objavljenem v *Lancet Oncology*, je pokazal, da je Slovenija glede strojnega parka v spodnji polovici lestvice (34). Kljub temu, da je bila v izračunih uporabljena baza podatkov za leta 2008-2012 in so bile potrebe po aparatih v naši državi izračunane ob upoštevanju kar za 21% nižje incidence od dejanske (upoštevano 9600 novih bolnikov, dejanska incidenca v letu 2008 je bila 12160 novih bolnikov), avtorji članka ugotavljajo, da bi v Sloveniji leta 2012 za nemoteno delo na razpolago potrebovali 13 linearnih pospeševalnikov (Tabela 3).

Kar se tiče tehnične opremljenosti in kadrovske zasedbe smo se v Sektorju radioterapije OIL v zadnjih letih sicer okrepili, vendar še vedno nismo dosegli priporočenega števila tako obsevalnih naprav kot zaposlenih in zato z vedno večjimi težavami pokrивamo potrebe po zdravljenju z obsevanjem na nivoju države.

V oktobru 2011 je bila sicer v Sektorju radioterapije OIL opravljena ponovna presoja s strani Mednarodne inšpekcije QUATRO (angl. »*Quality Assurance Team for Radiation Oncology*«), ki so jo izvedli pooblaščen inšpektorji mednarodne agencije za atomsko varnost (angl. »*International Atomic Energy Agency*« - IAEA).

Tabela 3. Razpoložljive in glede na incidenco raka potrebne obsevalne kapacitete ter delež nedoseganja priporočenih kapacitet v nekaterih evropskih državah v letih 2008-2012 (povzeto po 34).

	Total population ¹⁰	Number of radiotherapy centres	Number of megavoltage teletherapy machines	Mean number of megavoltage teletherapy machines per centre	Megavoltage teletherapy machines per million people	Number of linear accelerators	Number of cobalt-60 megavoltage teletherapy machines
Austria	8 443 018	16	43	2.7	5.1	42	1
Belgium	11 041 266	36	96	2.7	8.7	92	4
Bulgaria	7 327 224	13	15	1.2	2.0	5	10
Croatia	4 412 137	7	18	2.6	4.1	16	2
Cyprus	862 011	1	3	3.0	3.5	3	0
Czech Republic	10 504 203	34	59	1.7	5.6	45	14
Denmark	5 580 516	10	54	5.4	9.7	53	1
Estonia	1 339 662	2	4	2.0	3.0	4	0
Finland	5 401 267	13	45	3.5	8.3	45	0
France	65 397 912	177	426	2.4	6.5	416	10
Germany	81 843 809	289	529	1.8	6.5	508	21
Greece	11 290 785	27	48	1.8	4.3	37	11
Hungary	9 962 000	13	38	2.9	3.8	27	11
Iceland	319 575	1	2	2.0	6.3	2	0
Ireland	4 495 351	10	26	2.6	5.8	25	1
Italy	60 850 782	172	396	2.3	6.5	381	15
Latvia	2 042 371	4	11	2.8	5.4	9	2
Lithuania	3 199 771	5	11	2.2	3.4	9	2
Luxembourg	524 853	1	3	3.0	5.7	3	0
Macedonia	2 059 794	1	3	3.0	1.5	2	1
Malta	420 085	1	2	2.0	4.8	1	1
Norway	4 985 870	10	38	3.8	7.6	37	1
Poland	38 208 618	29	107	3.7	2.8	101	6
Portugal	10 541 840	21	48	2.3	4.6	46	2
Romania	21 355 849	19	28	1.5	1.3	12	16
Slovakia	5 404 322	14	26	1.9	4.8	16	10
Slovenia	2 055 496	1	7	7.0	3.4	6	1
Spain	46 196 277	117	250	2.1	5.4	216	34
Sweden	9 482 855	19	78	4.1	8.2	78	0
Switzerland	7 952 555	30	75	2.5	9.4	70	5
Netherlands	16 730 348	22	127	5.8	7.6	127	0
Turkey	74 724 269	95	201	2.1	2.7	143	58
United Kingdom	62 435 709	76	340	4.5	5.4	335	5
Total	597 392 400	1286	3157	2.5	5.3	2912	245

Table 1: Teletherapy centres and equipment in 33 European countries (July, 2012)

V prvi presoji, ki je bila opravljena leta 2006, smo prav zaradi izrazito omejenega strojnega parka in slabe kadrovske zasedbe dobili negativno oceno (35). V pisnem poročilu, ki smo ga prejeli v novembru 2013 (36) so nam podelili naziv »Center of competence«, kar pomeni, da dosegamo njihove stroge mednarodne standarde in se s tem uvrščamo med sodobnejše radioterapevtske centre v Evropi in hkrati v skupino učnih centrov za strokovnjake različnih profilov s področja radioterapije in medicinske fizike. Izrecno pa smo bili opozorjeni, da bo v bodoče potrebno poskrbeti za ustrezno obnovo obstoječega strojnega parka, glede na trenutne čakalne dobe na pričetek obsevanja in pričakovan porast incidence rakavih bolezni v Sloveniji pa so predlagali tudi nadaljnjo širitev tako strojnih zmogljivosti kot tudi kadrovske zasedbe.

Določen napredek v radioterapevtskih kapacitetah v zadnjih letih v Sloveniji je prav tako razviden iz rezultatov ESTRO-HERO analize, ki je bila objavljena leta 2014 (37). Delovna skupina je s pomočjo ankete primerjala tako strojne kot kadrovske radioterapevtske kapacitete med posameznimi evropskimi državami, v analizo pa je bila vključena tudi Slovenija. Ugotovili so, da so med posameznimi državami merila za strojno in kadrovske zasedbo posameznih radioterapevtskih centrov ter dejanske razpoložljive kapacitete precej neenotne. Povprečno število obsevalnih naprav na milijon prebivalcev v Evropi je 5.3, pri tem Slovenija s 4 obsevalnimi napravami na milijon prebivalcev še vedno spada pod evropsko povprečje (37). V poročilu navajajo, da priporočila o življenjski dobi posameznega linearnega pospeševalnika in simulatorjev ostajajo enaka, to je 10 let ob 8-urnem delovniku (38). V Sektorju radioterapije OIL je obratovalni čas obsevalnih aparatov že nekaj let 13 ur/dan (v dveh izmenah), zato je pričakovana življenjska doba posameznega aparata temu primerno krajša - 6.4 leta (9). V ESTRO-HERO analizi navajajo tudi, da pri analiziranih evropskih radioterapevtskih centrih mediano število posameznih zdravljenj za posamezni obsevalni aparat za eno leto znaša 419, da pa je razpon precej velik - od manj kot 300 zdravljenj na aparat do več kot 700 zdravljenj na aparat. V zadnji skupino poleg Črne gore in Bolgarije sodi tudi Slovenija, s tem, da nas po letnem številu obsevanih bolnikov na posameznem aparatu prekaša le Bolgarija (39).

ZAKLJUČEK

V prihodnosti bo širitev radioterapevtskih kapacitet v državi nujna. Ob polno delujočem radioterapevtskem centru v Mariboru bomo imeli v Sloveniji sicer aktivnih 10 linearnih pospeševalnikov, s čimer pa za nacionalni nivo priporočenih kapacitet še vedno ne bomo dosegali. Iz tega razloga bo potrebno čim prej razmišljati o nakupu in čimprejšnjem zagonu še vsaj dveh dodatnih linearnih pospeševalnikov. Njuna namestitve bi bila tudi po mednarodnih priporočilih najverjetneje najbolj smiselna v okviru OIL, saj se je glede na pretekle izkušnje izkazalo, da pretirano drobljenje radioterapevtskih kapacitet negativno vpliva na njihovo izrabo. Prav tako bo potrebno resno razmišljati o dodatnih kadrovskih okrepitvah tako pri specialistih onkologih radioterapevtih, kakor tudi radioloških inženirjih usposobljenih za delo s simulatorji in obsevalnimi napravami ter medicinskih fizikih, kjer prav tako zaostajamo za mednarodnimi priporočili (40).

Kar se tiče brahiterapevtskih kapacitet so le te na OIL za nacionalni nivo trenutno zadostne. Omenjeno je navedeno tudi v Načrtu razvoja radioterapevtske dejavnosti v Republiki Sloveniji za obdobje 2013-2018 (9). Gre za ključni dokument, ki je nastal leta 2013 in bil sprejet na Strokovnem svetu Onkološkega inštituta, Svetu za onkologijo in Razširjenem strokovnem kolegiju za onkologijo leta 2013. Vključuje izhodišča in radioterapevtske normative podprte z referencami, obstoječe stanje radioterapevtske dejavnosti ter projekcijo razvoja do leta 2018, vključno s programom večjih investicij.

LITERATURA

1. SBU - The Swedish Council on Technology Assessment in Health Care. Systematic overview of radiotherapy for cancer including a prospective survey of radiotherapy practice in Sweden 2001. *Acta Oncol* 2003; 42: 357-619.
2. Dodwell D, Crellin A. Waiting for radiotherapy. *BMJ* 2006; 332: 107-9.
3. Setting up a radiotherapy programme: clinical, medical physics, radiation protection and safety aspects. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2008.
4. Pennam A, Barton M. Access to radiotherapy: the gap between policy and practice. *Cancer Forum* 2002; 26: 73-6.
5. Bentzen SM, Heeren G, Cottier B, Slotman B, Glimelius B, Livens Y, et al. Towards evidence-based guidelines for radiotherapy infrastructure and staffing needs in Europe: the ESTRO QUARTS project. *Radiother Oncol* 2005; 75: 355-65.
6. Borrás JM, Lievens Y, Barton M, Corral J, Ferlay J, Bray F, et al. How many new cancer patients in Europe will require radiotherapy by 2025? An ESTRO-HERO analysis. *Radiotherapy and Oncology* 2016; 119: 5-11.
7. Strojjan P. Ocena potreb po radioterapevtskih zmogljivostih v Republiki Sloveniji do leta 2010 in akcijski načrt za njihovo uresničitev. Ljubljana: Onkološki inštitut, 2005.
8. Strojjan P. Perspektive zdravljenja z obsevanjem v Sloveniji. *Zdrav Vestn* 2007; 76: 807-11.
9. Oblak I. s sod. Načrt razvoja radioterapevtske dejavnosti v Republiki Sloveniji za obdobje 2013-2018. Ljubljana: Onkološki inštitut, 2013.
10. Delaney G, Jacob S, Featherstone C, Barton M. Radiotherapy in cancer care: estimating optimal utilization from a review of evidence-based clinical guidelines. Collaboration for Cancer Outcomes Research and Evaluation (CCORE). Sydney Liverpool Hospital, 2003.
11. Delaney G, Jacob S, Featherstone C, Barton M. The role of radiotherapy in cancer treatment. Estimating optimal utilization from a review of evidence-based clinical guidelines. *Cancer* 2005; 104: 1129-37.
12. Rak v Sloveniji 2009. Ljubljana: Onkološki inštitut, Register raka za Slovenijo, 2012.
13. Rak v Sloveniji 2013. Ljubljana: Onkološki inštitut, Register raka za Slovenijo, 2016.
14. Dodwell D, Crellin A. Waiting for radiotherapy. *BMJ* 2006; 332: 107-9.
15. Mackillop WJ, Fu H, Quirt CF, Dixon P, Brundage M, Zhou Y. Waiting for radiotherapy in Ontario. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1994; 30: 221-8.
16. Gonzales San Segundo C, Calvo Manuel FA, Santos Miranda JA. Delays and treatment interruptions: difficulties in administering radiotherapy in ideal time-period. *Clin Transl Oncol* 2005; 7: 47-54.
17. Chen Z, King W, Pearcey R, Kerba M, Mackillop WJ. The relationship between waiting time for radiotherapy and clinical outcomes: A systematic review of the literature. *Radiother Oncol* 2008; 87: 3-16.

18. Choan E, Dahrouge S, Samant R, Mirtzaei A, Price J. Radical radiotherapy for cervix cancer: the effects of waiting time on outcome. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2005; 61: 1071-7.
19. Schwartz DI, Einck J, Hunt K, Bruckner J, Conrad E, Koh WJ, et al. The effect of delayed postoperative irradiation on local control of soft tissue sarcomas of the extremity and torso. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2002; 52: 1352-9.
20. O'Rourke N, Edwards R. Lung cancer treatment waiting times and tumor growth. *Clin Oncol* 2000; 12: 141-4.
21. Fortin A, Bairati I, Albert M, Moore L, Allard J, Couture C. Effect of treatment delay on outcome of patients with early-stage head and neck carcinoma receiving radical radiotherapy. *Int J Radiat Biol Phys* 2002; 52: 929-36.
22. Waaijer A, Terhaard CHJ, Dehnad H, Hordijk GJ, van Leeuwen MS, Raaymakers CPJ, et al. Waiting times for radiotherapy: consequences of volume increase for TCP in oropharyngeal carcinoma. *Radiother Oncol* 2003; 66: 271-6.
23. Leon X, de-Vega M, Orus C, Moran J, Verges J, Quer M. The effect of waiting time on local control and survival in head and neck carcinoma patients treated with radiotherapy. *Radiother Oncol* 2003; 66: 277-8.
24. Huang J, Barbera L, Brouwers M, Browan G, Mackillop WJ. Does delay in starting treatment affect the outcomes of radiotherapy? A systematic review. *J Clin Oncol* 2003; 21: 555-63.
25. Mikeljevic J, Haward R, Johnston C, Crellin A, Dodwell D, Jones A, et al. Trends in postoperative radiotherapy delay and the effect on survival in breast cancer patients treated with conservation surgery. *Br J Cancer* 2004; 90: 1343-8.
26. D'Souza DP, Martin DK, Purdy L, Bezjak A, Singer PA. Waiting list for radiation therapy. A Case Study. *BMC Health Service Research* 2001; 1: 3.
27. Mackillop WJ. Killing time: the consequences of delays in radiotherapy. *Radiother Oncol* 2007; 84: 1-4.
28. Norlund A. Costs of Radiotherapy. *Acta Oncol* 2003; 42: 411-5.
29. Esco R, Palacios A, Pardo J, Biete A, Carceller JA, Veiras C, et al for the Spanish Society for Radiotherapy and Oncology (AERO). Infrastructure of radiotherapy in Spain: a minimal standard of radiotherapy resources. *Int J Oncol Biol Phys* 2003; 56: 319-27.
30. Van de Werf E, Verstraete J, Lievers Y. The cost of radiotherapy in a decade of technology evolution. *Radiother Oncol* 2012; 102: 148-53.
31. Barton MB, Jacob S, Shafiq J, Wong K, Thompsin SR, Hanna TP, et al. Estimating the demand for radiotherapy from the evidence: A review of changes from 2003 to 2012. *Radiother Oncol* 2014; 112: 140-4.
32. Porter A, Aref A, Chodounsky Z, Elzawawy A, Manatrakul N, Ngoma T, et al. A global strategy for radiotherapy: a WHO consultation. *Clin Oncol* 1999; 11: 368-70.
33. Bentzen SM, Heeren G, Cottier B, Slotman B, Glimelius B, Livens Y, et al. Towards evidence-based guidelines for radiotherapy infrastructure and staffing needs in Europe: the ESTRO QUARTS project. *Radiother Oncol* 2005; 75: 355-65.
34. Rosenblatt E, Izawska J, Anacak Y, Pynda Y, Scalliet P, Boniol M, et al. Radiotherapy capacity in european contries: an analysis of the Directory of Radiotherapy Centres (DIRAC) database. *Lancet Oncol* 2013; 14: 79-86.
35. International Atomic Energy Agency. End of mission report on Mission by Quality Assurance Team for Radiation Oncology (QUATRO) to the Institute of Oncology, Ljubljana, Slovenia. 4-8 December, 2006 (Project code C3-RER/00016-46-01). Viena: IAEA, 2007.
36. International Atomic Energy Agency. Follow-up QUATRO Audit »The Quality of Radiotherapy Services (Phase II)« Ljubljana, Slovenia. 26-28 October, 2011 (Project code RER 6/020 12 01). Viena: IAEA, 2013.
37. Grau C, Defourny N, Malicki J, Dunscombe P, Borrás JM, Coffey M, et al. Radiotherapy equipment and departments in the Europe countries: Final results from the ESTRO-HERO survey. *Radiother Oncol* 2014; 112: 155-64.
38. Dunscombe P, Grau C, Defourny N, Malicki J, Borrás JM, Coffey M, et al. Guidelines for equipment and staffing of radiotherapy facilities in the European countries: Final results of the ESTRO-HERO survey. *Radiother Oncol* 2014; 112: 165-77.
39. Lievens Y, Dunscombe P, Defourny N, Gasparotto C, Borrás JM, Grau C. HERO (Health Economics in Radiation Oncology): A Pan-European Project on Radiotherapy Resources and Needs. *Radiother Oncol* 2015; 27: 115-24.
40. EFOMP (European Federation of Organizations for Medical Physics). ECOMP policy statement no.7: criteria for staffing levels in medical physic department. *Phys Med* 1997; 13: 187-94.