

ISSN 1855-5136

letnik 29 . št. 1 . leto 2012

# bilten




glasilo Društva radioloških inženirjev Slovenije in Zbornice radioloških inženirjev Slovenije



# Popoln vpogled. Zagotovljen.



Od sistemov za preslikave do povezljivosti radiološke mreže, zagotavljamo več kot le sisteme. Prisluhujemo. Razumemo in s strokovnim znanjem ter dolgoletnimi izkušnjami zagotavljamo pravo in celostno rešitev. Za kakovostne storitve v zdravstvu je potreben popoln vpogled. In mi ga zagotavljamo.

 Interexport

Interexport d.o.o., Potok pri Komendi 12, 1218 Komenda  
Tel: 01 834 44 00, e-mail: [info@interexport.si](mailto:info@interexport.si), [www.interexport.si](http://www.interexport.si)

Več o Agfa HealthCare na  
[www.agfahealthcare.com](http://www.agfahealthcare.com)

**AGFA**   
HealthCare

Strokovno in informativno glasilo  
Društva radioloških inženirjev  
Slovenije in Zbornice radioloških  
inženirjev Slovenije

**Izdajatelj:**

Društvo radioloških inženirjev  
Slovenije in Zbornica radioloških  
inženirjev Slovenije

**Urednik:**

Nejc Mekiš  
nejc.mekis@zf.uni-lj.si

**Uredniški odbor:**

Aleksandra Lukič Oklješa  
Sebastijan Rep  
Irena Hercog  
Nina Bauer  
Tina Starc

**Naslov uredništva:**

Zbornica radioloških inženirjev  
Slovenije  
Zdravstvena pot 5  
1000 Ljubljana  
tel.: 01 300 11 53  
Tajnica DRI:  
Mojca Lenarčič  
moja.lenarcic@gmail.com  
Tajnica ZRI:  
Martina Nezman  
martina.nezman@gmail.com

**Prevajalka:**

Janja Gaborovič

Članki so recenzirani z zunanjo  
recenzijo  
Recenzije so anonimne

**Naklada:**

640 izvodov

**Grafično oblikovanje in tisk:**

Tisk 24 d.o.o. Ljubljana

*Bilten je uradna strokovna revija  
Društva in Zbornice radioloških  
inženirjev Slovenije, z zunanjimi  
recenzijami.*

*Namen Biltena so objave člankov z  
vseh področij diagnostičnega slikanja  
(diagnostična radiološka tehnologija,  
CT, MR, UZ in nuklearna medicina) ter  
terapevtske radiološke tehnologije in  
onkologije.*

*Članki so strokovni in znanstveni:  
rezultati raziskovalnega dela,  
tehnološke ocene, opisi primerov itd.  
V Biltenu objavljamo tudi sindikalne  
novosti ter informacije o izobraževanju,  
je pa tudi mesto za izmenjavo  
informacij in mnenj radioloških  
inženirjev.*

Spoštovani,

z namenom, da bi še povečali bazo recenzentov za Bilten DRI in ZRI, se na vas obračam s prošnjo, da izpolnite vprašalnik na naslednji internetni povezavi <http://www.surveymonkey.com/s/FRSBBSSR>

Najprej nekaj besed o tem, kaj je recenzija in kdo je recenzent.

Recenzija je kakovostno strokovno delo, v katerem recenzent presoja, oceni in vrednosti izsledke tujega (ne svojega) strokovnega ali znanstvenega dela (Ivanko, 2007); recenzent pa je kritik, ki recenzijo naredi. Ocena recenzenta je podlaga za odločitev uredniki revije, ali se bo prejet članek objavil, ali potrebuje dopolnilo ali je za revijo nesprejemljiv.

Recenzije so anonimne, kar pomeni, da je recenzent avtorju neznana in obratno. Recenzent bo torej v pregled prejel članek brez imena avtorja avtorjev.

Delo recenzentov žal ni finančno nagrajeno.

V kolikor imate kakršno koli vprašanje me lahko kontakirate na mail [nejc.mekis@zf.uni-lj.si](mailto:nejc.mekis@zf.uni-lj.si)

Najlepša hvala.

Nejc Mekiš

## diagnostična radiološka tehnologija

**4**

### MEDICINSKO HUMANITARNA ODPRAVA V ZAMBIJO V OČEH RADIOLOŠKEGA INŽENIRJA

MEDICAL HUMANITARIAN EXPEDITION TO ZAMBIA FROM A  
RADIOGRAPHER'S PERSPECTIVE

## nuklearnomedicinska tehnologija

**8**

### IZPOSTAVLJENOST RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV – OCENA VARSTVA IZPOSTAVLJENIH DELAVCEV V NUKLEARNI MEDICINI

EXPOSURE OF NUCLEAR MEDICINE TECHNOLOGISTS - RADIATION PROTECTION  
ASSESSMENT OF EXPOSED WORKERS IN NUCLEAR MEDICINE

## diagnostična radiološka tehnologija

**14**

TEMELJNI IN DODATNI POSTOPKI OŽIVLJANJA V ZDRAVSTVENI USTANOVI  
BASIC AND ADVANCED RESUSCITATION PROCEDURES IN  
A HEALTH FACILITY

## poročilo

**18**

POROČILO IZ 1. KONGRESA DRUŠTVA RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV  
SLOVENIJE

## diagnostična radiološka tehnologija - sponzorski članek

**19**

DIGITALNA TEHNOLOGIJA V VSAKDANJI ZOBOZDRAVSTVENI PRAKSI –  
KOMPLEKSNO 3D NAČRTOVANJE IN NATANČNA IMPLEMENTACIJA  
BASIC AND ADVANCED RESUSCITATION PROCEDURES IN A HEALTH FACILITY

Strokovni članek

## MEDICINSKO HUMANITARNA ODPRAVA V ZAMBIJO V OČEH RADIOLOŠKEGA INŽENIRJA

Professional Article

### MEDICAL HUMANITARIAN EXPEDITION TO ZAMBIA FROM A RADIOGRAPHER'S PERSPECTIVE

**Tomaž Gostenčnik**, dipl. inž. rad.,  
tomaz\_gostencnik@hotmail.com,  
študent 1. letnika 2. stopnje študijskega programa Radiološka tehnologija, Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana

#### POVZETEK

**Uvod in namen:** Študenti medicine že vrsto let organizirajo humanitarne odprave v najrevnejše države sveta. Občasno se jim pri delu priključi še kakšen študent Zdravstvene ali katere druge fakultete. Namen prispevka je predstavitev osebne izkušnje radiološkega inženirja s humanitarnim delom v Zambiji.

**Metodologija:** Deskriptivna, intervjuji, opazovanje, lastne izkušnje. Uporaba pisnih in internetnih virov, kjer je bilo mogoče.

**Rezultati in razprava:** Delo radiološkega inženirja pri nas in v Zambiji je glede na vsebino primerljivo. Glavna razlika je zastarela oprema, pomanjkanje delovnega materiala in dodatnega izobraževanja. Za doseganje dobrih rezultatov z dano opremo in materialom je potrebna velika mera improvizacije in samoiniciative. Največji vtis pusti hvaležnost in potrpežljivost pacientov ter umirjeno in sproščeno delovno okolje.

**Zaključek:** V Nangomski bolnici z zelo skromno opremo radiološki inženir dosega optimalne rezultate. Ljudje so v večini neizobraženi in revni, pa vendar vedno nasmejani. Tudi mi se lahko od njih marsikaj naučimo, predvsem osebnostnih vrednot.

**Ključne besede:** Humanitarna odprava, Zambija, izkušnje, radiološki inženir, rentgen, ultrazvok.

#### ABSTRACT

**Introduction and purpose:** For several years, medical students have been organizing humanitarian expeditions to some of the poorest countries over the world. Occasionally, a student from the Faculty of Health Sciences or from another faculty joins them as well. The purpose of this article is to present personal experience of a radiographer as a part of humanitarian expedition to Zambia.

**Methodology:** Descriptive method, interviews, observation, personal experience. Use of written and internet references, where possible.

**Results and discussion:** Working tasks of a radiographer in Slovenia and Zambia are quite comparable. The main difference is the obsolescence of radiological equipment, in addition to the lack of working materials and additional training for radiographers. A great deal of improvisation and self-initiative is necessary in order to achieve good results with the available equipment and material. The biggest impression was made by the patients whose gratefulness and patience are immense. Another positive aspect was the calm and relaxed working atmosphere.

**Conclusion:** With very modest equipment, radiographers in Nangoma achieve optimal results. People there are mostly uneducated and poor but despite that they are always smiling. There are many things we can learn from them, especially human values.

**Keywords:** Humanitarian expedition, Zambia, experience, radiographer, x-ray, ultrasound.

#### UVOD

Pod okriljem Sekcije za tropsko in potovalno medicino medicinske fakultete v Ljubljani študentje že vrsto let odpravljajo na humanitarno delo v nekaterih izmed najrevnejših dežel na svetu. Leta 1990 se je prva skupina petih absolventov medicine odpravila na delo v Zambijo. Izkazalo se je, da lahko z razmeroma majhnimi sredstvi in zadostno motivacijo dosežejo presenetljivo dobri rezultati na področju osnovnega zdravstvenega varstva (Trampuž in Pečnik 1991).

Od takrat naprej se vsako leto organizira več skupin, katerim se poleg študentov medicine pridružijo še kakšen študent zdravstvenih ved, stomatologije ali mikrobiologije. Začetkom v Zambiji so sledile številne nove države, med njimi Uganda, Madagaskar, Kenija, Malavi, Kongo, Papua Nova Gvineja, Indija. Zagotovo pa bo pomoč kmalu segla v še kakšno pomoči potrebno deželo ([www.stpm.org](http://www.stpm.org)).

#### NAMEN

Predstavitev izkušnje radiološkega inženirja s humanitarnim delom v Zambiji, ter vpogled v njihove razmere ter način dela in življenja.

## METODOLOGIJA

Osrednja metoda je deskriptivna z elementi potopisa medicinsko humanitarne odprave. Združena so opazovanja, intervjuji, izkušnje. V največjo pomoč so mi bili lastni zapiski iz časa bivanja v Zambiji.

Za prikaz širše slike sem uporabil tudi internetne in pisne vire, kjer je le bilo mogoče. Nekatere informacije so mi posredovali študenti z Evelyn Hone College-a v Zambiji in pa radiološki inženir g. Joseph Tembo iz nangomske bolnice.

## REZULTATI IN RAZPRAVA

V nadaljevanju je predstavljena osebna izkušnja ter okoliščine, ki pripomorejo k boljšemu razumevanju slednje ter bralcu omogočajo izoblikovanje celostne slike. Predstavljen je tudi študij radiološke tehnologije v Zambiji.

## Odprava Zambija oktober – december 2010

Skupino smo sestavljali študent radiološke tehnologije, študentki medicine, študent dentalne medicine in študentka babištva. Z obiskovanjem predavanj iz tropske medicine, udeležbo na tropskem vikendu ter več kot polletno organizacijo celotnega projekta (iskanje sponzorjev, zbiranje sanitetnega materiala in zdravil, cepljenja, urejanja birokracije...) smo bili pripravljeni na podvig.

## Zambija, Nangoma

Država z republiško ureditvijo med osrednjo in južno Afriko meji na osem sosed (Tanzanija, Zimbabve, Malavi, Mozambik, Bocvana, Angola, Namibija, Kongo). Čeprav leži v tropskem pasu, je njeno podnebje zmerno. Večji del dežele leži na planoti med 1000 in 1500 metrov nad morjem. Ima tri letne čase, hladni suhi čas od maja do avgusta, nato vroči suhi čas od septembra do novembra, od decembra do aprila pa je deževna doba. Dežela je bogata z rudniki bakra, ki predstavlja okrog 80% vsega izvoznega kapitala. Večina prebivalstva se ukvarja s kmetijstvom (85%). Predvidoma živi v Zambiji 73 različnih plemen z različno govornico, uradni jezik pa je angleščina. Njena površina znaša 752. 612 km<sup>2</sup>, s 13. 881. 336 (2011) prebivalci, katerih povprečna življenjska doba je 52, 36 let (2011). V povprečju ženska rodi 6, 4 otroke. Na 7000 prebivalcev pa je le 1 zdravnik (<http://www.state.gov/r/pa/ei/bgn/2359.htm>). Zambija je ena izmed držav z največjo epidemijo HIV-a in AIDS-a. V poročilu UNAIDS iz 2010 ocenjujejo, da se vsak dan na novo okuži 200 ljudi (<http://www.unaids.org/en/regionscountries/countries/zambia/#3>). Vasica Nangoma leži približno dve uri vožnje iz glavnega mesta Lusaka. Tam se nahaja misijon z bolnico, ki ga trenutno vodi pater Jože Grošelj. V misijonu živijo predvsem zaposleni v bolnici s svojimi družinami. Del misijona je tudi "slovenska" hiša, ki je namenjena humanitarnim odpravam, gostujočim zdravnikom in še čemu. V njej pa smo bivali tudi člani naše odprave. Vsaka odprava del svojih sredstev in lastnega truda nameni izboljšavi bivalnih razmer v hiši, tako smo se mi odločili da položimo talne obloge v skupnem prostoru hiše.

## Bolnica v Nangomi

V bolnico prihaja iz bližnjih in oddaljenih vasi več kot 200 ljudi dnevno, saj je edina zdravstvena postaja daleč naokoli. Sestavljena je iz pediatričnega oddelka, oddelka za bolnike s tuberkulozo in HIV-om, moškega in ženskega oddelka ter ginekološko-porodnega in kirurškega oddelka. Poleg bolnišničnih stavb je še dnevna ambulanta, v sklopu katere so manjši laboratorij, lekarna, rentgen in ultrazvok. V bolnici je zaposlenih približno 50 ljudi, od tega pa je običajno eden oz. v najboljšem primeru dva zdravnik. Imajo pa tudi t. i. "medicalofficer-je", ki so po izobrazbi med medicinsko sestro in zdravnikom.



Slika 1: Vhod v misijon in del bolnice

## Rentgen in ultrazvok

Vse kar sem uspel izvedeti pred odhodom v Zambijo glede radiološke opreme v Nangomi je bilo to, da traja približno pol ure, da dobi zdravnik rentgensko sliko. Ko sem prvič zagledal rentgenski in ultrazvočni aparat v tamkajšnji bolnici sem bil prijetno presenečen. Izvedel sem, da so oba dobili leta 2005, kot delno donacijo Nizozemske (50% sredstev). Rentgenski aparat je klasični analogni s C-lokom in možnostjo nastavitve mAs in kV (edini nastavitvi na kontrolni plošči). Zaplete pa se pri razvijanju slik saj to poteka popolnoma ročno. Torej temnica, obešalniki za filme, razvijalec, fiksir, voda, sušilna omara. Za Slovenijo že kar nekaj časa zgodovina, za Zambijo sodobna oprema, zame pa priložnost, da prenesem teorijo iz 1. letnika študija v prakso. Ultrazvočni aparat ima na žalost samo eno sondo, ki pa se uporablja za preglede nosečnic, jeter, vranice, dojke, testisov, srca, torej vsega. Omogoča tudi tiskanje posnetka ultrazvočne preiskave, kar pa naredijo le, če je primer zanimiv ali pa če spremljajo napredek bolezni.

## Šef, učitelj, sodelavec

Pri prvem obisku bolnice sem spoznal radiološkega inženirja Josepha Tembo, ki je eni izmed prejšnjih odprav izrazil željo, da se naslednji skupini pridruži tudi radiološki inženir. Tako sem dobil priložnost sodelovanja na humanitarni odpravi.

S skromno opremo, ki jo ima na razpolago, lahko rečem, da dela čudeže. Dela z ultrazvokom in rentgenom, saj je edini radiološki inženir. Tako, kot pri nas, se tudi tam med študijem naučijo le osnov delovanja ultrazvoka, ki pa ga kot zaposleni naj nebi opravljali. Po donaciji ultrazvoka se je udeležil tritedenskega tečaja in začel samostojno opravljati delo z ultrazvokom skupaj s pisanjem izvidov. Rentgenskih izvidov ne piše, vendar pogosto pridejo po mnenje medicalofficer-ji, katerih radiološko znanje je bolj slabo. Njegov delovnik je od 8. 00 do 12. 30 ter od 14. 00 do 16. 00, med vikendi pa je "on call" oz. v pripravljenosti, torej mora biti vedno dosegljiv.

## Delo na "radiološkem oddelku"

Svoje delo sem začel v temnici z razvijanjem filmov v družbi ščurkov, tam so namreč idealni pogoji za njihovo življenje. Pri delu z rentgenskim aparatom so mi bile največji izziv ekspozicije, saj ni bilo nobene tabele okvirnih ekspozicij, temveč se vse določajo sproti glede na temperaturo in koncentracijo kemikalij, ki je precej nestabilna. Signiranje filmov poteka ročno in sicer se na ozek trak papirja ročno napiše ime in priimek pacienta ter datum in signira na rentgenski film. Drugače od dela pri nas je tudi pozicioniranje projekcij, ker pacientov v večini ne slačijo, niso pa občutljivi na tipanje. Pri delu so bile najbolj moteče vonjave zanemarnjenih pacientov in bolnikov s HIV-om, pri katerih pride do razvoja različnih obolenj in so pogosto v zelo slabem stanju. Tudi ob prisotnosti krvi je bil v zraku nek poseben vonj, ki sem se ga moral navaditi. Od vseh prednosti modernega sveta sem najbolj pogrešal pralni stroj, saj je bila delovna uniforma dnevno zamazana z razvijalcem in fiksirjem, kar pa je zelo težko oprati, posebej še, če manjka prakse ročnega pranja in tople vode. S pacienti sem večinoma komuniciral kar z rokami, naučil pa sem se tudi nekaj fraz njihove plemenske govornice, med njimi najpogostejša "lakezawikupema", kar pomeni "zadržite dih". Slednja fraza mi je bila v veliko pomoč pri slikanju pljuč, katerih je tudi največ (TBC, pljučnica). Pogosta so tudi slikanja ekstremitet, posebej pri otrocih. "Mango tree accident", "falling down while playing football", to so napotne diagnoze, ki so včasih napisane v malem zvezku A5 formata ali na listu papirja. Zvezek služi kot zdravstvena kartoteka in izkaznica ob enem. Vanj se vpisujejo diagnoze, izvidi in zdravljenja, ti podatki pa niso vedno najbolj dosledno zabeleženi. Poleg običajnega slikanja sem sodeloval še pri kontrastnem slikanju zgornjih prebavil z barijevim kontrastnim sredstvom in salpingografiji, ki pa žal ni bila uspešna. Vse te preiskave se opravlja na slepo saj ni diaskopije. Opravljajo se zelo redko, ker morajo pacienti sami kupiti kontrastno sredstvo, kar je za njih seveda velik strošek. Kvaliteta rentgenogramov je precej slaba, vendar je patologija običajno zelo obsežna in jo je težko zgrešiti. Pri skoraj vsakem rentgenskem slikanju je prisotna patologija saj ljudje pridejo k zdravniku le ob hudih nesrečah in včasih jih od bolnice loči tudi več dni hoje.

Že v prvem tednu dela je g. Tembo izrazil željo, da bi delal tudi z ultrazvokom. Nad idejo sprva nisem bil najbolj navdušen, vendar nadrejenega je pač treba ubogati. Lociranje in prepoznavanje organov je še nekako šlo, določanje patologije pa je bilo bolj težavno. Na koncu sva se zmenila, da sem opravljal ultrazvoke nosečnic in določal gestacijsko starost ploda. Teh ultrazvokov je bilo tudi največ. V nangomski bolnišnici velja dogovor, da je ultrazvok plačljiv in sicer 10.000 Zambijskih kwach, kar preračunano znaša okoli 1,5 eura. Denar se porabi za nakup kontaktnega gela za ultrazvok, rentgenskih filmov, kemikalij za razvijanje. Vendar se ultrazvočna preiskava opravi tudi, če pride pacient brez denarja, denar bo prinesel, ko ga bo imel.



Slika 2: Delo z rentgenskim aparatom, razvijanje, delo z UZ aparatom

## Opis zanimivih primerov

Pri svojem delu sem naletel na kar nekaj zanimivih izkušenj/preizkušenj, spodaj bom opisal tiste, ki so se mi najbolj vtisnile v spomin.

Nekega večera po napornem delovnem dnevu smo se počasi odpravljali spat. Tam nastopi trda tema že okoli 18. ure in temu smo priredili naše spalne navade. Okoli 21. ure nas je predramilo trkanje na vrata, zgodila se je huda prometna nesreča mini-busa v bližini nangomske bolnice. Na hodniku, kjer je rentgenski aparat, je bilo polno pacientov, nekateri so ležali kar po tleh. Zagledal sem g. Tembo, ki me je že pričakoval in pripravljal vse potrebno. Hitro sva dogovorila o poteku dela, on je opravljal rentgensko slikanje, jaz pa sem signaliral in razvijal filme ter v kasete vstavljal nove. Presenetljivo je šlo vse zelo hitro in tekoče, le včasih se je malo zaustavilo, ker je zmanjkovalo obešalnikov za filme ali pa se ti niso sušili dovolj hitro in tako ni bilo prostora za nove. Poslikala sva okoli 15 – 20 pacientov, pri vsakem pa sta bili potrebni vsaj 2 sliki. Z zambijsko urgenco na rentgenskem oddelku sva zaključila do 2. ure zjutraj.

Naslednji zanimiv primer je bilo slikanje nosnice v stranski projekciji, ki pa se na rentgenogramu ni prikazala, kot sem pričakoval, zato sem naredil še sliko obnosnih votlin (g. Tembo takrat ni bil prisoten). Pacientov nos je bil otečen, verjetno je šlo za neko vrsto vnetnega procesa. Naslednji dan se je pacient vrnil in g. Tembo je bil mnenja, da je bilo nekaj narobe pri pozicioniranju ali ekspozicijskih pogojih. Sam je ponovil slikanje vendar nosna kost spet ni bila vidna. Nato sem pomislil na možnost, da pacient nosne kosti sploh nima, ker je nekrotizirala. To je verjetno bil razlog, da nama je ni uspelo prikazati.

Pri starejšem pacientu se je pri slikanju medenice v predelu mehurja prikazala okrogla bela senca, kot je vidno na sliki 3. Glede na radiopačnost smo posumili na kamen, vendar nas je presenečala njegova velikost. Pacienta so čez nekaj dni operirali in izkazalo se je, da je res šlo za kamen katerega so odstranili.



Slika 3: Rentgenska slika medenice, odstranjen kamen

## Študij radiološke tehnologije v Zambiji

V glavnem mestu Lusaka se nahaja največja izobraževalna institucija v Zambiji to je Evelyn Hone College, ki med številnimi programi omogoča tudi študij radiološke tehnologije. Trajanje študija je 3 leta, kar je enako, kot v Sloveniji. Za razliko od nas, kjer imamo trenutno še brezplačen študij tam plačujejo šolnino, ki znaša okoli 1000 € za šolsko leto. To je za njihove razmere ogromno in le redki si študij lahko privoščijo. Pogosto pri plačevanju šolnine pomagajo sorodniki, tako je tudi g. Tembo, s katerim sem delal, plačeval šolnino sorodniku. Na žalost je ta tik pred diplomiranjem hudo zbolel in umrl. Dokler mi tega ni povedal, se mi je zdelo čudno, ko je večkrat omenil, kako nima denarja za kakšne (za nas) malenkosti. Plača radioloških inženirjev je približno 350 €, seveda je zelo nizka, vendar glede na razmere v Zambiji niti ni tako slaba. Ko pa sem izvedel zgodbo o plačevanju šolnine, skrbi za še enega otroka sorodnikov ter finančni pomoči svojim staršem mi je postalo jasno, da za njih same od plače ostane le za osnovne potrebe. Tam so pač te stvari urejene tako, da tisti, ki ima vsaj malo pomaga ostalemu sorodstvu, ki nima nič (<http://www.evelynhone.edu.zm/radiographyprog.php>).

Glede plač vlada obljublja povišanje za vse zdravstvene delavce, vendar je vprašanje kdaj se bo obljuba uresničila. Številni študenti radiološke tehnologije se po končanem študiju odpravijo v sosednjo Bocvano, kjer študija radiološke tehnologije nimajo, so pa precej boljše plače in višji življenjski standard, radiološki inženirji pa so iskani (<http://www.lusakatimes.com/2012/01/26/health-workers-100-salary-hike/>).

## Projekt izolacijske sobe

Poleg dela in pomoči s sanitetnim materialom in zdravili, člani vsake odprave, če le zmorejo pustijo za sabo neko trajno spremembo oz. izboljšavo. Po dveh mesecih dela, ko smo se že dobro spoznali z razmerami v bolnišnici ter po posvetu z zaposlenimi smo sklenili, da obnovimo izolacijsko sobo. To je ločen objekt za paciente z nalezljivimi boleznimi, ki pa je bil dokaj neuporaben. Vanj so neradi nameščali paciente, saj objekt ni imel vrat, zato jih je bilo ponoči strah pred kačami, ni bilo elektrike, tekoče vode, postelj, stekel v oknih, pravzaprav so bile samo štiri stene s streho. Polni zagona smo začeli s pripravami na obnovo, želeli smo čim več prispevati tudi z lastnim delom in ne samo s finančnimi sredstvi, katera so bila precej omejena. Sam sem se odločil, da prevzamem organizacijo dela, ter nabavo vsega potrebnega. Od

zaposlenih in prebivalcev Nangome sem pričakoval veliko delovno vnetje in pomoč pri izvedbi obnove. Žal pa sem bil malo razočaran, saj marsikatero delo kljub dogovoru in obljubljenemu plačilu ni bilo opravljeno. Tam si pač za vsako stvar vzamejo precej časa in jih je potrebno večkrat opomniti, da je neko delo potrebno dokončati, da bi lahko nato nadaljevali z drugim. Na koncu nam je le uspelo projekt pripeljati do konca, tako smo v objekt napeljali vodo in elektriko, namestili umivalnik, naredili nadstrešek, nova tla z naklonom za odtok vode, stene pobarvali s pralno barvo, namestili stekla ter mreže proti komarjem in seveda prepotrebna vrata. Le postelje za kolero še niso bile dokončane. Stanje pred prenovo in po njej prikazuje slika 4.



Slika 4: Izolacijska soba pred prenovo in po njej

## ZAKLJUČEK

Z vso napredno tehnologijo, s katero delamo pri nas, ugotavljam, da smo še vedno ljudje tisti, ki igramo največjo vlogo pri napredku in delu oddelka. Radiološki inženir v Nangomi z veliko mero motivacije, improvizacije ter zelo skromno opremo dosega optimalne rezultate za dane razmere. Kljub temu, da je Zambija ena najrevnejših držav na svetu, se od tamkajšnjih ljudi lahko veliko naučimo. Potrpežljivost, hvaležnost, skromnost, neobremenjenost so lastnosti, ki so v sodobni družbi vedno manj prisotne.

## LITERATURA

- <http://www.evelynhone.edu.zm/><28. 2. 2012>
- <http://www.evelynhone.edu.zm/radiographyprog.php><28. 3. 2012>
- <http://www.lusakatimes.com/2012/01/26/health-workers-100-salary-hike/><28. 3. 2012>
- <http://www.state.gov/r/pa/ei/bgn/2359.htm><28. 2. 2012>
- <http://www.unaids.org/en/regionscountries/countries/zambia/#3><20. 2. 2012>
- Trampuž A, Pečnik A (1991). Skupina slovenskih absolventov medicine v Zambiji. Med Razgl 30 (4): 612-623. [www.stpm.org](http://www.stpm.org)<20. 2. 2012>

Strokovni članek

## IZPOSTAVLJENOST RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV – OCENA VARSTVA IZPOSTAVLJENIH DELAVCEV V NUKLEARNI MEDICINI

Professional Article

EXPOSURE OF NUCLEAR MEDICINE TECHNOLOGISTS - RADIATION PROTECTION ASSESSMENT OF EXPOSED WORKERS IN NUCLEAR MEDICINE

Laura Lukavačkić,

Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Oddelek za radiološko tehnologijo, Zdravstvena pot 5, 1000 Ljubljana, laura.lukavackic@gmail.com

doc. dr. Damijan Škrk, univ. dipl. fiz.,

Uprava Republike Slovenije za varstvo pred sevanji, Ajdovščina 4, 1000 Ljubljana damijan.skrk@gov.si

### POVZETEK

**Uvod:** Ocena varstva izpostavljenih delavcev pred sevanji je dokument, ki ga izdelamo pred začetkom izvajanja sevalne dejavnosti v določeni organizaciji ali podjetju.

Namen: Predstaviti izpostavljenost radioloških inženirjev ionizirajočim sevanjem na Kliniki za nuklearno medicino v UKC Ljubljana.

**Metode:** Tekst se osredotoča na izmerjene in analizirane podatke o dozah radioloških inženirjev na KNM med leti 2004 in 2009 ter jih primerja z zakonsko določenimi doznimi mejami.

**Rezultati in razprava:** Efektivni letni dozi radioloških inženirjev po Oceni varstva izpostavljenih delavcev zaradi sevanja gama oziroma pozitronskih sevalcev znašata 2, 4 mSv oziroma 0, 45 mSv in ne presegata zakonsko določene dozne meje 20 mSv na leto. Doza zaradi kontaminacije z radionuklidi je zanemarljiva zaradi osebne zaščitne opreme in zaščite prostorov.

**Zaključek:** Na podlagi pridobljenih podatkov sva ugotovila, da so izmerjene doze med letoma 2004 in 2009 primerljive z dozami v Oceni varstva izpostavljenih delavcev in ne presegajo zakonsko določenih doznih mej.

**Ključne besede:** ocena varstva izpostavljenih delavcev, nuklearna medicina, varstvo pred ionizirajočimi sevanji, efektivna in ekvivalentna doza, kontaminacija.

### ABSTRACT

**Introduction:** Exposure assessment of radiation workers is a document which is produced before starting radiation practice. It is stipulated by the Act on Radiation Protection and Nuclear Safety and by related legislation. The legislation arranges requirements for prevention of deterministic effects and limits probability of stochastic effects of ionising radiation.

**Purpose:** To present the exposure of radiation workers at the Department of Nuclear Medicine at the University Medical Centre Ljubljana.

**Methods:** The text focuses on preliminary assessed and measured doses to workers at the Department of Nuclear Medicine in the period from 2004 to 2009 and compares them to the dose limits.

**Results and discussion:** According to the Exposure assessment the effective annual gamma and positron dose to radiation workers is 2. 4 mSv and 0. 45 mSv respectively, and does not exceed the regulatory limit of 20 mSv. The dose due to radioactive contamination is negligible, because of personal protective equipment and space shielding.

**Conclusion:** On the basis of acquired data it has been established that the measured doses in the period between 2004 and 2009 are comparable to the doses estimated by the exposure assessment and do not exceed the dose limits.

**Key words:** Exposure assessment of radiation workers, nuclear medicine, radiation protection, effective and equivalent dose, contamination.

### UVOD

Ocena varstva izpostavljenih delavcev pred sevanji je dokument, ki se ga izdelava pred začetkom izvajanja posamezne sevalne dejavnosti v določeni organizaciji ali podjetju. Članek obravnava Oceno varstva izpostavljenih delavcev pred sevanji (v nadaljevanju ocena varstva) izdelano na Kliniki za nuklearno medicino v UKC Ljubljana (KNM), katere namen je preprečitev determinističnih in omejitev verjetnosti za stohastične učinke ionizirajočega sevanja. Njena naloga je predvideti, kakšna je izpostavljenost virom sevanja v nuklearni medicini, oceniti efektivne doze, ekvivalentne doze na roke in očesne leče (Dörschel in Schuricht, 1996), potencialna sevalna tveganja in določiti zaščitna sredstva, ki zaposlene v nuklearni medicini ščitijo pred zunanjim sevanji in potencialno kontaminacijo.

Pripravo obravnavanega dokumenta predpisuje Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (ZVISJV, 2002), ki v 23. in 24. členu določa, da mora izdelavo ocene varstva zagotoviti delodajalec pri izvajanju sevalne dejavnosti zaradi varstva izpostavljenih delavcev,



praktikantov in študentov. Z njo predhodno oceni naravo in velikost sevalnega tveganja ter izdelava načrt optimizacije varstva pred ionizirajočimi sevanji v vseh delovnih pogojih sevalne dejavnosti (ZVISJV, 2002).

Strukturo in vsebino Ocene varstva pa določa 10. člen Pravilnika o pogojih in metodologiji za ocenjevanje doz pri varstvu delavcev in prebivalstva pred ionizirajočimi sevanji. Zajemati mora splošne podatke o sevalni dejavnosti in izvajalcu, podatke o virih sevanja in prostorih, kjer se uporabljajo, ukrepe varstva delavcev in prebivalstva pred sevanji, izpostavljenost zaradi izvajanja dejavnosti, potencialno izpostavljenost, načrt optimizacije varstva in strokovno mnenje (Pravilnik o pogojih in metodologiji za ocenjevanje doz pri varstvu delavcev in prebivalstva pred ionizirajočimi sevanji, 2003).

## NAMEN

Članek obravnava izpostavljenost radioloških inženirjev ionizirajočim sevanjem na KNM, načine izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem, njihovo predvideno dozo, ščitenje pred sevanji in osebno varovalno ter zaščitno opremo za zmanjšanje dozne obremenitve.

## METODE

Temeljno gradivo, iz katerega članek črpa podatke, so dostopne verzije in revizije Ocene varstva izpostavljenih delavcev in Poročilo o pregledu ocene varstva izpostavljenih delavcev. Obravnavam že izmerjene in analizirane podatke o dozah radioloških inženirjev na KNM med letoma 2004 in 2009 ter jih primerja s predpisanimi mejnimi dozami. S strokovno literaturo pojasnimo terminologijo s področja sevalne dejavnosti. V članku so vključena tudi opažanja in izkušnje, pridobljene med klinično prakso, ki jo je na KNM opravljala avtorica.

## REZULTATI IN RAZPRAVA

Na KNM uporabljajo odprte radioaktivne vire sevanja za diagnostične in terapevtske dejavnosti. V diagnostiki največ uporabljajo izotopa Tc-99m in F-18, v terapiji pa I-131 (Grmek, 2004; Grmek in Tomše, 2009). Izotopi so vezani na posamezno nosilno molekulo oziroma farmak, ki dostavi radionuklid do preiskovanega organa. Radiofarmak ne sme imeti farmakološkega učinka oziroma ne sme vplivati na delovanje organa.

Radiofarmak se pacientu glede na preiskovani organ lahko aplicira per os ali intravensko. Intravenska aplikacija se izvede ročno ali s pomočjo avtomatskega aplikatorja, nato se pacienta namesti na slikovno napravo, ki zaznava primarne ali sekundarne delce, ki jih izseva radionuklid v pacientovem telesu. Izbira naprave je odvisna od apliciranega radionuklida. Na KNM za izotop Tc-99m uporabljajo planarno in SPECT gama kamero, preiskave z izotopom F-18 pa opravljajo s pozitronsko emisijsko tomografijo (PET). Omenjena izotopa sta primerna zaradi dostopnega načina pridobivanja in ustreznih fizikalnih lastnosti.

Glavni vir sevanja v nuklearni medicini je pacient z apliciranim radiofarmakom, ki največ prispeva k izpostavljenosti radiološkega inženirja. Radiološki inženir je v neposrednem stiku s pacientom med aplikacijo radiofarmaka in med njegovim nameščanjem na slikovno napravo ter ob koncu preiskave, ko mu pomaga napravo zapustiti. Deloma k izpostavljenosti prispeva tudi uporaba zaprtih kalibracijskih virov za umerjanje slikovnih naprav in za zagotavljanje kakovosti slikovnih preiskav v nuklearni medicini: ploskovni vir Co-57, točkasta vira Co-57 in Ba-133 ter mešani vir sevalcev gama za umerjanje merilnega sistema »whole-body counter« (Grmek, 2004).

V opisanih primerih so radiološki inženirji izpostavljeni zunanjemu sevanju. V primeru kontaminacije delovnega okolja, kjer obstaja verjetnost vnosa radionuklidov v telo – inhalacije ali/in ingestije (Grmek, 2004; Shapiro, 1972), pa govorimo o notranjem obsevanju. Ob upoštevanju delovnih postopkov je kontaminacija malo verjetna in zanemarljiva. Ocena varstva samo v primeru dela s F-18 dopušča možnost občasne kontaminacije zaradi izločkov pacienta (Grmek in Tomše, 2009).

## Dejavniki, ki vplivajo na dozno obremenitev radioloških inženirjev

Stopnjo dozne obremenitve radioloških inženirjev določa radionuklid, apliciran v pacientovo telo. Fizikalne lastnosti, kot so vrsta sevanja, energija delcev in fotonov, aktivnost in razpolovni čas določajo dozo, ki bi jo radiološki inženirji v različnih delovnih razmerah lahko prejeli (Delacroix in Guerre, 2002).

Tc-99m, najbolj uporabljen radionuklid v nuklearni medicini, je sevalec gama z razpolovno dobo 6 ur. V primerjavi z ostalimi izotopi v nuklearni medicini ima nizko energijo sevanja 140keV (Bé in Chisté, 2004). Priporočena aplicirana aktivnost je od 250 MBq do 700 MBq, odvisno od preiskovanega organa.

F-18 razpada z razpolovnim časom 110 min z izsevanjem pozitrona (delec beta) najvišje energije 634 keV. V snovi se pozitroni zaustavijo in anihilirajo z elektroni v atomih. Nastaneta dva fotona gama z energijo 511 keV (<http://www.nndc.bnl.gov/>). Aktivnost, aplicirana pacientu, znaša 370 MBq.

Otrokom se v obeh primerih aplicirajo ustrezno nižje aktivnosti, skladno s priporočili Evropskega združenja za nuklearno medicino (Grmek in Tomše, 2009).

K dozni obremenitvi radioloških inženirjev pa lahko prispevajo tudi slikovne naprave in sicer SPECT-CT in PET-CT, ki omogočajo slikanje z računalniško tomografijo (CT), ki navadno sledi scintigrafskem delu preiskave. Možno pa je izvesti tudi samostojno računalniško tomografsko slikanje.

Če uporabljamo CT kot del scintigrafije, se preiskava izvede s t. i. low dose CT. Nastale slike se ne uporabljajo za diagnosticiranje, ampak služijo kot anatomska orientacija, kje natančno se radiofarmak kopiči in za korekcijo atenuacije.

Ekspozicijski parametri so ustrezno znižani na raven, ki še omogoča optimalne slikovne podatke ob občutno nižji dozi pacientu (Grmek in Tomše, 2009). Med potekom preiskave se v diagnostičnem prostoru nahaja samo pacient, radiološki inženirji se nahajajo v nadzornem prostoru (Zdešar, 2011), ki je ustrezno zaščiten pred sevanjem, o čemer bomo podrobneje pisali v nadaljevanju.

## Ukrepi varstva pred sevanji

Ocena varstva opisuje zaščitne ukrepe pred ionizirajočimi sevanji. Osnovni ukrep je delitev prostorov v nadzorovano in opazovano območje. Pravilnik o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj v 4. členu navaja, da so nadzorovana območja tista, kjer lahko letna efektivna doza za posameznega delavca preseže 6 mSv, letna ekvivalentna doza za očne leče preseže 45 mSv in letna ekvivalentna doza za dlani, roke, podlakti ali kožo preseže 150 mSv. V nadzorovanem območju je povprečna hitrost doze v 8 urah lahko večja od ali enaka  $3 \mu\text{Sv/h}$ , največja trenutna hitrost doze večja od ali enaka  $60 \mu\text{Sv/h}$  in kjer obstaja nevarnost razširjanja radioaktivnih snovi, ki bi povzročile kontaminacijo nad predpisanimi mejami (2004).

V nadzorovano območje poleg vročega laboratorija za pripravo odmerkov radiofarmakov in skladišča radioaktivnih odpadkov sodijo tudi prostori za scintigrafske slikovne preiskave (Grmek, 2004; Grmek in Tomše, 2009; Zdešar, 2011). Območja so označena s posebnimi opozorili.



Slika 1: Opozorilo na vstopu v nadzorovano območje (Grmek, 2004)

V nadzorovanih območjih je predvidena uporaba ustrezne osebne varovalne opreme in zaščitnih sredstev ter izvajanje posegov skladno s protokoli dela, ki zmanjšujejo izpostavljenost in verjetnost kontaminacije radioloških inženirjev in delovnih prostorov. Med osebno varovalno opremo sodijo npr. plašč iz svinčene gume ter očala,

delovna obleka, obutev, maska in gumijaste rokavice. Zaščita prostorov pa je potrebna tam, kjer se pripravljajo radiofarmaki in kjer se izvajajo scintigrafske preiskave (Grmek, 2004; Grmek in Tomše, 2009). Odvisna je od vrste in energije sevanja.

## Osebna varovalna oprema in zaščitna sredstva

Za zaščito pred radiofarmaki ki vsebujejo Tc-99m, se uporabljajo svinčeni vsebniki, ki omogočajo varen transport radioaktivnih snovi. Svinčeni ščitniki se uporabljajo tudi med aplikacijo radiofarmaka (Grmek, 2004).



Slika 2: Svinčena zaščita za brizgo z radiofarmakom (Grmek, 2004)

Svinčeni plašči debeline 0,25 mm do 0,5 mm ekvivalenta svinca se uporabljajo samo v primeru aplikacij višjih aktivnosti Tc-99m (Grmek, 2009).



Slika 3: Svinčeni plašč (Grmek, 2004)

Med preiskavami s Tc-99m se radiološki inženirji ščitijo z zaščitnimi paravani ekvivalentne debeline 2 mm svinca, po možnosti pa še s svinčeno opeko ali pločevino (Grmek, 2004).



**Slika 4: Svinčeni paravan za zaščito pred sevanjem iz pacienta (Grmek, 2004)**

Poleg svinčene zaščite so pri delu s pozitronskim sevalcem F-18 med pripravo radiofarmakov potrebna še dodatna plastična in steklena zaščitna sredstva (Delacroix in Guerre, 2002). V praksi se uporablja 1,7 mm debela plastična zaščita (Grmek in Tomše, 2009) v kombinaciji s svinčeno zaščito. Plastična zaščita absorbira beta delce, svinčena pa ščiti pred anahiliranimi fotoni.

$^{18}\text{F}$ -FDG dostavijo na KNM v zaščitnem vsebniku, ki se neposredno premesti v avtomatski aplikator. S tem se izognemo potencialno največjim hitrostim doze za radiološke inženirje pri potencialni ročni aplikaciji radiofarmaka (Grmek in Tomše, 2009).



**Slika 5: Avtomatski aplikator (Grmek in Tomše, 2009)**

Poleg omenjene zaščitne opreme sta pomembna dejavnika varstva pred ionizirajočimi sevanji tudi razdalja med virom sevanja in radiološkim inženirjem ter čas njegovega zadrževanja ob viru sevanja. Hitrost doze pada s kvadratom razdalje od vira sevanja, zato se zadržujemo na čim večji razdalji oziroma v neposredni bližini vira čim krajši čas.

Neposrednemu stiku s pacientom se radiološki inženir ne more popolnoma izogniti, saj je ob njem med aplikacijo radiofarmaka, med nameščanjem na slikovno napravo ter ob koncu preiskave, ko pomaga pacientu napravo zapustiti.

## Zaščita prostorov

Stene in vrata so v prostorih s planarnimi gama kamerami in SPECT-CT dodatno zaščitene z 2 mm debelo svinčeno pločevino. S svinčeno pločevino je zaščiten tudi pregradna stena med tem prostorom in komandnim mestom. Komunikacijsko okno med komandnim mestom in prostorom z napravo je iz svinčenega stekla. Dodaten varnostni sistem v prostoru, kjer je SPECT-CT so varnostna stikala na vratih, ki preprečujejo ekspozicijo CT-ja, če so vrata odprta (Zdešar, 2011).



Slika 6: Zaščitno steklo v nadzornem prostoru SPECT-CT (Grmek, 2004)

Z namenom oslabitve vplivov rentgenske svetlobe in pozitronskih sevalcev so stene prostora, v katerem je naprava PET-CT, opremljene z 18 do 25 cm debelo betonsko zaščito, za njo pa se nahaja 8 mm do 16 mm debela svinčena zaščita (Grmek in Tomše, 2009). Vrata so zaščitena s svinčeno pločevino. Zaščita za rentgensko svetlobo CT naprave je nameščena na okna diagnostičnega prostora. Dodaten varnostni sistem so varnostna stikala na vratih, ki preprečujejo ekspozicijo CT-ja, če so vrata odprta (Zdešar, 2011).

## Ugotavljanje izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem

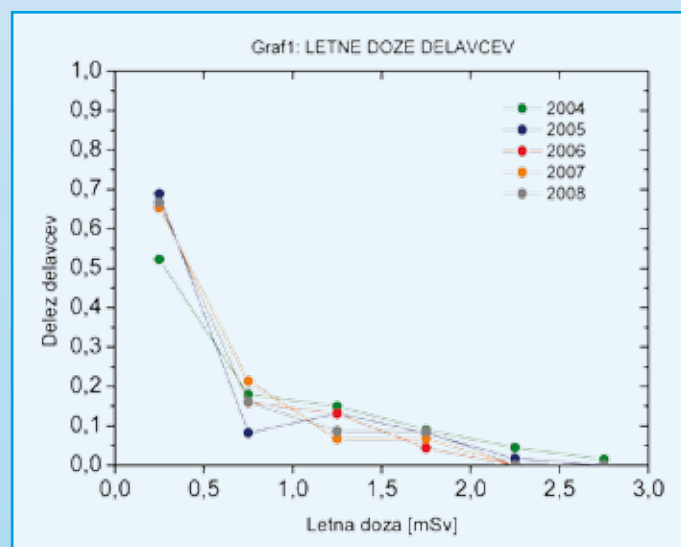
Redno spremljanje izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem določa 29. člen ZVISJV (2002), ki delodajalcu nalaga, da »mora zagotoviti, da se redno ugotavlja izpostavljenost delavcev in meri sevanje na delovnem mestu«

Pravilnik o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj (2004) v 17. členu določa, da se meritve individualne izpostavljenosti zaradi zunanega obsevanja izvajajo s pasivnimi dozimetri, ki jih delavci praviloma nosijo pripete na gornjem delu telesa v višini prsnice. Dozna obremenitev na najbolj izpostavljene organe pa se ugotavlja z dozimetri na zapestnicah, prstanih, očalih in drugih mestih. Pri PET-CT preiskavah je potrebno nositi še dodaten elektronski dozimeter, ki opozarja na preseženo mejno hitrost doze. Ta je nastavljena na 100  $\mu\text{Sv/h}$ . Presežena dnevna mejna prejeta doza je nastavljena na 50  $\mu\text{Sv}$  (Grmek in Tomše, 2009).

Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (2004) pa v 6. členu določa dozne meje za izpostavljene delavce. Mejna efektivna doza znaša 20 mSv na leto, mejna ekvivalentna doza na kožo, roke, podlahti, stopala in gležnje je 500 mSv na leto, na očne leče pa 150 mSv na leto ne glede na velikost efektivne doze, ki jo prejme izpostavljeni delavec. Mesečna dozna ograda na KNM pa znaša 0,5 mSv/mesec (Grmek in Tomše, 2009).

V Oceni varstva je predvideno, da radiološki inženirji na KNM letno prejmejo dozo 2,4 mSv na celo telo. Ocenjena dnevna efektivna doza znaša okoli 10  $\mu\text{Sv}$  in sicer 2  $\mu\text{Sv}$  prispeva aplikacija radiofarmaka, 7,2  $\mu\text{Sv}$  slikovna preiskava in 1  $\mu\text{Sv}$  izvajanje kontrole kakovosti slikovne naprave (Grmek, 2004). Letna efektivna doza, ki jo v okviru SPECT-CT prispeva CT naprava je na letni ravni nižja od 0,05 mSv. Mesečna efektivna doza pa znaša okoli 3,3  $\mu\text{Sv}$  (Zdešar, 2011).

Poročilo o pregledu ocene varstva izpostavljenih delavcev ne ugotavlja porasta prejetih efektivnih doz pri osebju, kljub temu, da se je število zahtevnejših nuklearno medicinskih preiskav povečalo. Kot je razvidno iz grafa 1 je med letoma 2004 in 2008 50% do 70% delavcev prejelo letno efektivno dozo nižjo od 0,5 mSv, 10% delavcev pa višjo od 2 mSv (Grmek in Tomše, 2009).



Graf 1: Letne doze izpostavljenih delavcev

Radiološki inženirji, ki izvajajo posege na PET-CT so dodatno izpostavljeni. Sevalno najzahtevnejša dela so odklapanje pacienta z avtomatskega aplikacijskega sistema ter nameščanje pacienta na PET-CT napravo. Radiološki inženir se med odklapanjem pacienta pri njem zadržuje 2 minuti. V tem času so izpostavljeni hitrostim doze, ki znaša okoli 35  $\mu\text{Sv/h}$ . Čas zadrževanja pri pacientu med nameščanjem na napravo in po končani preiskavi, ko ga pospremi z nje pa je okoli 4 minute. Pri tem je izpostavljen hitrostim doz okoli 20  $\mu\text{Sv/h}$  (Grmek in Tomše, 2009).

Tako po Oceni varstva radiološki inženir na posamezno PET-CT preiskavo prejme efektivno dozo 1,8  $\mu\text{Sv}$ . Med nadzorom pacienta pred slikanjem prejme 0,4  $\mu\text{Sv}$ , 1,3  $\mu\text{Sv}$  prejme med namestitvijo in odpustom pacienta, 0,1  $\mu\text{Sv}$  pa med slikanjem pacienta. Letna efektivna doza znaša 450  $\mu\text{Sv}$  (Grmek in Tomše, 2009). Mesečna efektivna doza, ki jo v okviru PET-CT prispeva CT naprava, je manjša od 1  $\mu\text{Sv}$  in tako na letni ravni zanemarljiva (Zdešar, 2011).

Ocena varstva pri aplikaciji radiodiagnostika predvideva možnost površinske radioaktivne kontaminacije delavčeve kože na glavi, lasišča in obleke. Ta se meri z merilniki kontaminacije, iz specifične površinske aktivnosti posameznih radionuklidov se nato ekvivalentno dozo na

kožo določi z računskimi modeli (SV 8, 2004). Mejna vrednost kontaminacije ne sme presegati 80 Bq na 100 cm<sup>2</sup> za sevalce beta in gama (SV 2, 2004).

Izpostavljenost zaradi vnosa radionuklidov v telo se glede na vrsto in naravo radionuklidov in način vnosa določi z računskimi modeli (SV, 2004) na podlagi meritev, ki se opravijo s sistemom »whole-body counter« (Grmek, 2004). Zakonodaja določa mejne vrednosti notranje kontaminacije z Tc-99m 1, 1GBq/leto (inhalacija) in 0, 9 GBq/leto (ingestija) (UV 2, 2004:). Mesečni vnos Tc-99m v telo z inhalacijo po Oceni varstva znaša največ 10kBq, letni pa največ 110 kBq. Ta aktivnost ustreza efektivni dozi 2 µSv na leto (Grmek, 2004). V primeru večje kontaminacije z radionuklidom F-18 (nekaj 100 MBq) pa je predvidena efektivna doza nižja od 1 mSv. Vendar pa do vnosa izotopa v organizem zaradi uporabe zaščitne opreme naj ne bi prišlo (Grmek in Tomše, 2009).

## ZAKLJUČEK

V članku sva na podlagi Ocene varstva izpostavljenih delavcev obravnavala dozno obremenitev radioloških inženirjev na KNM. Glavni dejavnik izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem so radionuklidi, aplicirani v pacientovo telo. Radiološki inženir je izpostavljen sevanju iz pacienta, možna pa je tudi kontaminacija z radionuklidi, do katere lahko pride med aplikacijo ali preko pacientovih izločkov.

Pred zunanjimi vplivi ionizirajočih sevanj se radiološki inženirji ščitijo z osebno varovalno opremo in zaščitnimi sredstvi, ki sevanje oslabijo. Pred kontaminacijo pa jih varuje zaščitna obleka, obutev, maska, zaščitne rokavice in očala.

Radionuklidi oddajajo različne vrste sevanja, zato se za različne radionuklide uporabljajo različna zaščitna sredstva. Medtem ko se za vire sevanja gama uporabljajo svinčene zaščite, se pri pripravi pozitronskih radiofarmakov v kombinaciji s svinčenimi ščiti uporabljajo dodatna plastična zaščitna sredstva, ki zaustavljajo delce beta.

Poleg osebne zaščitne opreme je potrebna tudi zaščita prostorov. V prostorih s planarnimi gama kamerami in SPECT-CT so stene in vrata zaščitene s svinčeno zaščito, v prostorih PET-CT pa je poleg svinčene potrebna še betonska zaščita.

Merjenje osebne izpostavljenosti ionizirajočim sevanjem se izvaja s pomočjo osebnih termoluminiscenčnih dozimetров. Prejeta doza se odčitava mesečno. Zakonsko določena letna omejitev za izpostavljene delavce znaša za efektivno dozo 20 mSv, za ekvivalentno dozo na kožo, roke, podlahti, stopala in gležnje 500, na očesne leče pa 150.

Iz Ocene varstva izhaja, da prejete doze ne bi smele presegati zakonskih omejitev. Ocenjena letna efektivna doza radioloških inženirjev pri delu z viri sevanja gama znaša 2, 4 mSv in pri delu na PET-CT napravi pa 0, 45 mSv. Doza zaradi uporabe CT naprave pri SPECT-CT in PET-CT preiskavah je na letni ravni zanemarljiva. Prav tako naj bi bila zaradi uporabe zaščitnih sredstev zanemarljiva doza zaradi kontaminacije z radionuklidi.

Poročilo o pregledu ocene varstva izpostavljenih delavcev, kjer so analizirane dejansko prejete doze navaja, da je med leti 2004 in 2009 tri četrtine zaposlenih na KNM prejelo letno efektivno dozo nižjo od 0, 5 mSv, desetina zaposlenih pa je prejela dozo višjo od 2 mSv. Iz tega lahko zaključiva da so izmerjene doze za to obdobje primerljive z ocenjenimi in ne presegajo zakonskih omejitev.

## LITERATURA

Bé M M, Chisté V (2004). Monographie BIPM-5: Table of radionuclides. Sévres: Bureau International des Poids et Mesures, 183 – 186.

Delacroix D, Guerre JP (2002). Radionuclide and Radiation Protection Data Handbook 2nd Edition. France: Nuclear Technology Publishing 98 (2): 10 – 17.

Dörschel B, Schuricht V (1996). The Physics of Radiation Protection. England: Nuclear Technology Publishing, 95 – 96.

Evaluated Nuclear Structure Data File. National Nuclear Data Center: Brookhaven National Laboratory. <http://www.nndc.bnl.gov/chart/decaysearchdirect.jsp?nuc=18F&unc=nds<14.5.2011>>.

Grmek M (2002). Ocena varstva izpostavljenih delavcev pred sevanji. Klinika za nuklearno medicino, Univerzitetni klinični center Ljubljana.

Pravilnik o pogojih in metodologiji za ocenjevanje doz pri varstvu delavcev in prebivalstva pred ionizirajočimi sevanji (2003). UR list RS 5 (115): 8 – 9.

Pravilnik o obveznostih izvajalca sevalne dejavnosti in imetnika vira ionizirajočih sevanj (2004). UR list RS 8 (13): 12.

Shapiro J (1972). Radiation protection: A Guide for Scientists and Physicians. Massachusetts: Harvard University Press, 59 – 60.

Uredba o mejnih dozah, radioaktivni kontaminaciji in intervencijskih nivojih (2004). UR list RS 2 (49): 9 – 10.

Tomše P, Grmek M (2009). Ocena varstva izpostavljenih delavcev pred sevanji: Pozitronska emisijska tomografija (PET) in preiskave na sistemu Siemens Biograph mCT. Klinika za nuklearno medicino, Univerzitetni klinični center Ljubljana.

Tomše P, Grmek M (2009). Poročilo o pregledu ocene varstva izpostavljenih delavcev. Klinika za nuklearno medicino, Univerzitetni klinični center Ljubljana.

Zakon o varstvu pred ionizirajočimi sevanji in jedrski varnosti (2002). UR List RS 7 (67): 7603 – 7610.

Zdešar U (2011). Ocena varstva izpostavljenih delavcev pri izvajanju računalniške tomografije. Zavod za varstvo pri delu, Ljubljana.

Strokovni članek

## TEMELJNI IN DODATNI POSTOPKI OŽIVLJANJA V ZDRAVSTVENI USTANOVI

Professional Article

### BASIC AND ADVANCED RESUSCITATION PROCEDURES IN A HEALTH FACILITY

**Matjaž Sulič, dipl.inž. rad.,** predavatelj prve pomoči z licenco dodatnih postopkov oživljanja ERC  
Splošna bolnišnica dr. Franca Derganca, Ul. Padlih borcev 13a,  
5290 Šempeter pri Gorici, matjaz.sulic@bolnislcnica-go.si

#### POVZETEK

**Uvod:** Ishemična srčna bolezen je vodilni vzrok smrti v svetu. V Evropi so srčno-žilne bolezni vzrok za 40% vseh smrti pri mlajših od 75 let. Evropsko združenje za reanimacijo (v nadaljevanju ERC) je v decembru 2010 izdalo nove smernice za oživljanje. Smernice se spreminjajo in dopolnjujejo vsakih 5 let.

**Namen:** Predstavitev temeljnih in dodatnih postopkov oživljanja za učinkovito ukrepanje pri srčnem zastoju v zdravstveni ustanovi.

**Metode:** Uporabljena je bila deskriptivna metoda dela.

**Razprava in zaključek:** Postopki oživljanja, s katerimi lahko učinkovito ukrepamo v primeru srčnega zastoja v zdravstveni ustanovi zahtevajo stalno izobraževanje osebja. Javnost pričakuje, da je zdravstveno osebje usposobljeno izvajati temeljne postopke oživljanja in biti pri tem uspešno.

**Ključne besede:** srčni zastoj, algoritem oživljanja, defibrilator

#### ABSTRACT

**Introduction:** Ischemic heart disease is the leading cause of death in the world. In Europe, cardiovascular disease accounts for 40 percent of all deaths under the age of 75 years. In December 2010, the European Resuscitation Council (hereinafter ERC) issued new resuscitation guidelines. The guidelines are amended and revised every five years.

**Purpose:** To present basic and advanced resuscitation procedures for cardiac arrest performed in a health facility.

**Method:** A descriptive research method was used.

**Discussion and conclusion:** Resuscitation procedures for cardiac arrest performed in a health facility require regular staff training. General public expects the medical staff to be trained to provide successful resuscitation.

**Key words:** cardiac arrest, resuscitation algorithm, defibrillator.

#### Uvod

Zastoj srca lahko nastopi zaradi težav z dihalno potjo, dihanjem ali srcem. Delovanje srca in ožilja ter dihal se pogosto prepletajo, tako na primer hipoksija lahko oslabi srčno funkcijo (Bullock et al., 2005).

Delitev postopkov oživljanja na temeljne (v nadaljevanju TPO) in dodatne (v nadaljevanju DPO) je le administrativna. V zdravstveni ustanovi moramo TPO in DPO izvajati usklajeno.

Za ustrezno ukrepanje ob morebitnem primeru srčnega zastoja v zdravstveni ustanovi je potrebno zagotoviti (Nolan, 2010):

- da vsi zaposleni znajo takoj prepoznati srčni zastoj,
- da se za klic na pomoč uporablja enotna telefonska številka,
- da se takoj prične z oživljanjem s pomočjo uporabe pripomočkov za oskrbo dihalne poti in defibrilacijo čim prej oziroma najkasneje v treh minutah po zastoju,
- nemoten dostop do opreme in zdravil za oživljanje na vsakem oddelku v ustanovi; razporeditev opreme in zdravil mora biti enotna in standardizirana v celotni ustanovi,
- na vidnih mestih morajo biti obešena navodila za ukrepanje v primeru srčnega zastoja in znaki, po katerih zastoj prepoznamo,
- klic reanimacijskega tima še preden nastane srčni zastoj.

Postopke, ki povezujejo bolnika po nenadnem srčnem zastoju s preživetjem imenujemo veriga preživetja (slika 1). Veriga je močna toliko kot je močen njen najšibkejši člen (Nolan, 2010).



**Slika 1: Veriga preživetja (Smernice za oživljanje Evropskega sveta za reanimacijo, 2010)**

Veriga preživetja je sestavljena iz 4 obročov/členov (Nolan, 2010):

1. člen: zgodnja prepoznavna ogroženega in klicanje pomoči,
2. člen: takojšnji začetek izvajanja TPO (pridobivamo čas do prihoda defibrilatorja),
3. člen: zgodnja defibrilacija,
4. člen: zgodnji začetek izvajanja DPO.

## Namen

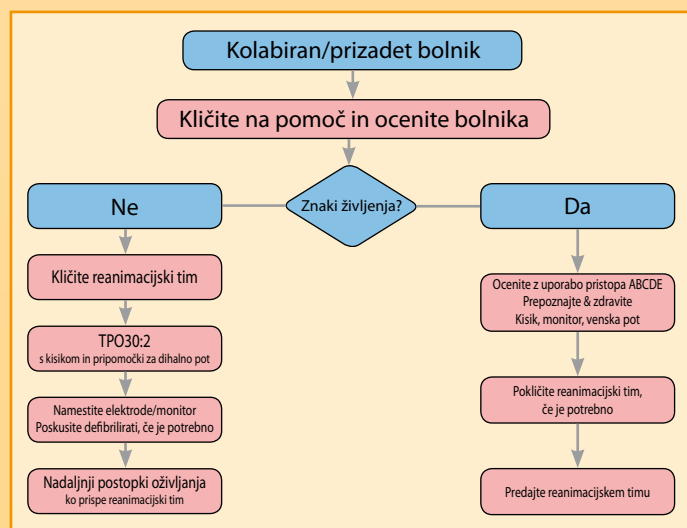
Predstavitev temeljnih in dodatnih postopkov oživljanja za učinkovit odgovor na srčni zastoj v zdravstveni ustanovi.

## Metodologija

Uporabljena je bila deskriptivna metoda dela ter pregled literature, ki temelji na raziskavah in izkušnjah reanimacijskih ekip. Literatura je bila objavljena v obdobju od leta 2005 do vključno 2010.

## Rezultati

Zaporedje postopkov (algoritem) za začetno oskrbo srčnega zastoja v zdravstveni ustanovi je prikazano na sliki 2.



Slika 2: Algoritem za začetno oskrbo srčnega zastoja v zdravstveni ustanovi (Smernice za oživljanje Evropskega sveta za reanimacijo, 2010)

Pri začetni oskrbi srčnega zastoja moramo pravilno izvajati naslednje postopke (Nolan, 2010):

- **Skrb za lastno varnost:** lastna varnost in varnost reanimacijskega tima mora biti med oživljanjem naša prva skrb. Pomembna je uporaba zaščitnih rokavic ter previdnost pri okužbah; opisanih je nekaj primerov prenosa tuberkuloze in SARS-a (acute respiratory distress syndrom). Posebno pozornost moramo nameniti bolnikom, pri katerih sumimo na zastrupitev s cianidi ali žveplovodikovimi plini.
- **Zunanja masaža srca:** peto dlani dominantne roke položimo na sredino prsnega koša (spodnja polovica prsnice) vzporedno s prsnico. Na to roko nato položimo peto dlani druge roke. Prste dvignemo nad prsni koš, iztegnemo komolce in se nagnemo naprej tako, da so naša

ramena nad bolnikovo prsnico. Globina stisov je 5 – 6 cm, frekvenca pa 100-120/min. Po vsakem stisu se mora prsni koš vrne v prvotni položaj. Trajanje stisa mora biti enako trajanju popustitve (1:1). Roki ostaneta na mestu masaže tudi med popustitvijo.

### • Razmerje stisov in vpihov:

- pri predihovanju z masko: 30 stisov nato 2 vpiha,
- pri uporabi pripomočkov za zaščito dihalne poti izvajamo neprekinjeno 100 – 120 stisov/min in predihavamo neprekinjeno s frekvenco 1 vpih vsakih 6 sekund (10 vdihov v 1 minuti).

Dolgotrajno izvajanje zunanje masaže je zelo utrujajoče. Osebo, ki izvaja masažo, zamenjamo vsaki 2 minuti, paziti moramo, da je pri zamenjavi prekinitev masaže čim krajša. Da omogočimo neprekinjeno masažo srca, imamo na voljo sistem Univerze v Lundu, po imenu LUCAS. Deluje na plinski pogon, pritiska na prsnico in ima prisesek, ki omogoča aktivno razbremenitev prsnega koša.

### • Sprostitev dihalne poti:

- poznamo tri osnovne tehnike sprostitve dihalne poti, in sicer
- vzvrnemo glavo in dvignemo brado,
- vzvrnemo glavo, dvigemo spodnjo čeljust z odpiranjem ust (trojni manever),
- glava ostane v nevtralnem položaju, dvignemo spodnjo čeljust (prilagojeni trojni manever pri sumu na poškodbo vratne hrbtenice).

Pripomočka, ki se uporabljata za sprostitve dihalnih poti pri osnovnih tehnikah sta ustno-žrelni (orofaringealni) in nosno-žrelni (nazofaringealni) tubus.

Pri sprostitvi dihalne poti je potrebno poudariti še pomen aspiracije tekočin (kri, slina, želodčna vsebina) z aspiratorjem in odstranjevanje vidnih tujkov.

### • Predihavanje:

- predihavanje lahko izvajamo
- z obrazno masko in ročnim dihalnim balonom z rezervoarjem za kisik ali
- z ročnim dihalnim balonom preko vstavljenih pripomočkov: supraglotične (laringealna maska, i-gel, laringealni tubus) ali endotrahealne intubacije.

Čas vdihaja je 1 sekunda. V tem času zagotovimo tolikšen volumen zraka, da se prsni koš dvigne (500 – 600 ml).

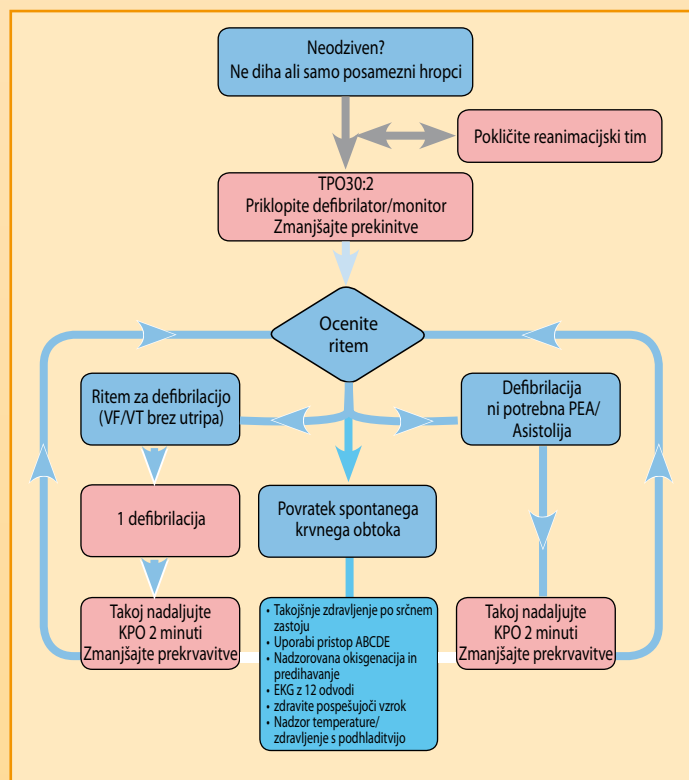
## Zaporedje (algoritem) dodatnih postopkov oživljanja (DPO)

Srčne ritme ob srčnem zastoju lahko razvrstimo v dve skupini (Bullock et al., 2005):

- ritme, ki se defibrilirajo (ventrikularna fibrilacija - VF in ventrikularna tahikardija brez utripa - VT) in
- ritme, ki se ne defibrilirajo (asistolijo in električno aktivnost brez utripa (EABU ali PEA)).

Nadaljnje ukrepanje, ki vključuje zunanjo masažo srca, oskrbo dihalne poti in predihavanje, vzpostavitev venske poti, injiciranje adrenalina in odkrivanje ter odpravljanje popravljivih dejavnikov, ki prispevajo nastanku srčnega zastoja (navedeni na sliki 5), je enako v obeh skupinah srčnih ritmov (Bullock et al., 2005).

Algoritem dodatnih postopkov oživljanja je prikazan na sliki 3.



Slika 3: Algoritem dodatnih postopkov oživljanja (Smernice za oživljanje Evropskega sveta za reanimacijo, 2010)

## Med KPO:

- Zagotavljanje zelo kakovostno TPO: frekvenca, globina, popustitev.
- Načrtujte posege pred prekinitvijo zunanje masaže.
- Dajte kisik.
- Razmislite o intubaciji, njenih alternativah in kapnografiji.
- Med intubacijo ne prekinjajte srčne masaže.
- Vzpostavite žilni dostop (intravenski, intraosalni).
- Dajte adrenalin na 3 - 5 min.
- Odstranite/zdravite reverzibilne vzroke.

Slika 4: Postopki med kardio-pulmonalnim oživljanjem (KPO)

## Popravljivi vzroki (4H, 4T)

- Hipoksija
- Hipovolemija
- Hipo/hiperkaliemija, metabolne motnje
- Hipotermija
- Tenzijski pnemotoraks
- Tamponada osrčnika
- Toksini (zastrupitve)
- Tromboza (koronarna ali pulmonalna)

Slika 5: Popravljivi vzroki srčnega zastoja

## Defibrilatorji in postopki defibrilacije

### Vrste defibrilatorjev:

- avtomatski defibrilator (AED), ki je namenjen laikom in zdravstvenim oddelkom, kjer se z defibrilacijo redkeje srečajo,
- ročni defibrilator je namenjen zdravstvenemu osebju; omogoča hitrejšo prepoznavo srčnega ritma in pot do prve defibrilacije.

Vsak defibrilator, ne glede na vrsto, ima dve samolepilni elektrodi. Prvo prilepimo pod desno ključnico ob prsnici, drugo levo spodaj v srednjo pazdušno črto, pod konico srca. Kadar je potrebno (če ima pacient npr. stalni srčni spodbujevalnik na desni strani) lahko prilepimo elektrodi tudi v anteriorno-posteriorni položaj (spredaj nad srcem in zadaj pod levo lopatico).

Uporaba samolepilnih elektrod omogoča hitro in natančno oceno ritma ter zgodnjo defibrilacijo.

### Neprekinjena masaža in prva defibrilacija:

TPO izvajamo neprekinjeno tudi med nameščanjem samolepilnih elektrod na prsni koš. Za oceno srčnega ritma masažo za trenutek prekinemo. Postopki:

- **Ročni defibrilator pri VF/VT brez utripa:**
  - defibrilator prične polniti, medtem ko drugi reševalec izvaja zunanjo masažo srca,
  - ko je defibrilator napolnjen, ustavimo masažo in se prepričamo, da se bolnika nihče ne dotika,
  - vir kisik oddaljimo 1m od bolnika,
  - še zadnjič pogledamo na monitor in pri VF/VT brez utripa defibriliramo.
- **Avtomatski defibrilator:**
  - sledimo zvočnim in vidnim navodilom na napravi,
  - če smernice za oživljanje na defibrilatorju niso posodobljene, postopka, kot ga predpisuje defibrilator ne spreminjamo.



Po defibrilaciji takoj začnemo s TPO in sicer 2 minuti, ne glede na pojav vrste ritma na ekranu defibrilatorja. Pri uporabi ročnega defibrilatorja prekinitvev zunanje masaže srca zmanjšamo na najmanjšo možno mero (ne sme biti daljša od 5 sekund). Po 2 min. TPO ponovno ocenimo motnjo ritma in ustrezno ukrepamo.

Posebnosti pri uporabi prve defibrilacije:

Prekordialni udarec (udarec na sredino prsnega koša, s pestjo, iz višine 10 cm) lahko uporabi samo usposobljeno zdravstveno osebje pri bolniku, ki je priključen na EKG monitor, če defibrilator ni takoj na voljo.

Uporaba treh hitrih zaporednih defibrilacij se priporoča za VF/VT brez utripa, ki nastane v laboratoriju za srčne katetrizacije in po operacijah na srcu.

## Prvo zdravilo pri oživljanju

Prvo zdravilo izbora za zgoraj navedene motnje srčnega ritma je adrenalin. Apliciranje adrenalina je vezano na časovno premico. Ta podatek je pomemben, ker se med reanimacijo motnje ritma spreminjajo.

Pri VF/VT brez utripa apliciramo adrenalin po tretji defibrilaciji in ponavljamo aplikacijo na 3 – 5 minut.

Pri asistoliji in EABU pa adrenalin apliciramo takoj, ko je vzpostavljena venska pot in aplikacijo ponavljamo na 3 – 5 minut.

## RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

Pri približno 80% bolnikov v zdravstveni ustanovi preprečimo srčni zastoj s pravočasno prepoznavo znakov zastoja in ustreznimi ukrepi. Ob nastanku srčnega zastoja preživi do odhoda domov manj kot 20% takih bolnikov. Postopki, ki nedvomno pripomorejo k izboljšanju stopnje preživetja po srčnem zastoju so učinkoviti temeljni postopki oživljanja (TPO), ki jih opravijo očividci, neprekinjeni in učinkoviti stisi prsnega koša in zgodnja defibrilacija v primeru VF/VT brez utripa.

## LITERATURA

Bullock I, Colquhoun M, Goldhill D et al. (2005). Začetni postopki oživljanja. 2. izd. Priročnik tečaja. <http://shrani.si/f/3s/W6/3YkZ2C59/zacetni-postopki-ozivlja.pdf>. <7. 3. 2012>

Grmec Š, Čretnik A, Kupnik D (2006). Oskrba poškodovanca v pred bolnišničnem okolju. Maribor: Visoka šola za zdravstvo.

Lockey A, Ballance J, eds. (2010). Advanced Life Support. European Resuscitation Council. [https://www.erc.edu/index.php/als\\_overview/en/](https://www.erc.edu/index.php/als_overview/en/). <7. 3. 2012>

Nolan Jerry P., Soar Jasmeet, Zideman David et al. (2010). Smernice za oživljanje Evropskega sveta za reanimacijo. Slovenski prevod: Vlahović D. in sod.

## POROČILO IZ 1. KONGRESA DRUŠTVA RADIOLOŠKIH INŽENIRJEV SLOVENIJE



1. kongres Društva radioloških inženirjev Slovenije je potekal od 18. - 19. maja 2012 v Ankaranu. Zbralo se je 217 udeležencev, od tega 20 sponzorjev in 13 študentov. Kongres so s svojo prisotnostjo počastili in tudi nagovorili predstojnik Radiološkega oddelka Ortopedske bolnišnice Valdoltra, mag. Lucijan Miklavčič, predstojnica Kliničnega instituta za radiologijo Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana, prim. mag. Darja Babnik-Peskar ter njen namestnik, asist. mag. Dimitrij Kuhelj. Na otvoritvi smo si ogledali kratek film, ki je prikazal delo radiološkega inženirja nekoč in danes. Film je zrežiral in posnel kolega Aleš Kravanja.

Udeleženci so poslušali 16 znanstvenih in strokovnih prispevkov v obliki predavanj, med katerimi sta bili dve vabljeni ter dve iz tujine, ogledali pa so si tudi 18 plakatov. Sponzorji so sodelovali s štirimi predavani in postavili osem razstavnih prostorov. Ob tej priložnosti je društvo izdalo tudi supplement Biltena Društva in Zbornice radioloških inženirjev Slovenije, v katerem so objavljena predavanja in povzetki plakatov.

Kongres je bil tudi odlična priložnost za srečanje kolegov in sošolcev, izmenjavo izkušenj in poglobitev stikov, ki jih zaradi vsakodnevnih delovnih obremenitev težko vzdržujemo. Družabni del smo zaključili s piknikom na terasi hotela, na katerem nas je prijetno zabaval ansambel Štruklji s pevko Tiano.

Organizacija 1. kongresa DRI je bila zelo zahteven projekt. Organizacijska ekipa je imela pet uradnih in več neuradnih organizacijskih sestankov, trikrat pa se je sestala tudi z odgovornimi hotela Convent v Ankaranu. Za uspešen potek strokovnega dela kongresa pa gre posebna zahvala strokovni komisiji in moderatorjem ter študentom, ki so pomagali pri organizaciji. Zahvaljujeva se tudi celotni organizacijski ekipi in posebej kolegu Jovu Mrđenu iz Ortopedske bolnišnice Valdoltra, ki je organiziral presenečenje, skupino primorskih godcev, ki so na otvoritvi pričarali kanček mediteranskega vzdušja.

Na koncu smo si zaželeli, da se ponovno snidemo na 60. obletnici društva, ki bo maja 2014. Kje, pa naj za enkrat ostane še skrivnost.

Spremljajte internetno stran DRI - <http://www.radioloski-inzenirji.si/stran/>

Predsednik DRI: Uroš Gačnik

Predsednik strokovne komisije DRI: Gašper Podobnik

Organizacijski odbor 1. kongresa DRI

## Sponzorski članek

# DIGITALNA TEHNOLOGIJA V VSAKDANJI ZOBOZDRAVSTVENI PRAKSI – KOMPLEKSNO 3D NAČRTOVANJE IN NATANČNA IMPLEMENTACIJA

## Sponsor Article

## BASIC AND ADVANCED RESUSCITATION PROCEDURES IN A HEALTH FACILITY

Dr. Róbert Ónodi-Szűcs,

INTERDENT d.o.o., Opekarniška cesta 026, 3000 CELJE, Slovenija e-mail: info@interdent.cc

### POVZETEK

Po skoraj obveznih slepih ulicah razvoja nam najnovejše tehnologije omogočajo zares praktično podporo. Ne obravnavamo jih zgolj kot tehnično okrasje, ampak jih uporabljamo kot koristne naprave. Na vprašanje, ali pomenijo sedaj dostopni sistemi najvišji vrh razvoja, je pravilen odgovor zagotovo nikalen. Naprave so vse bolj natančne, vedno bolj dostopne za običajno uporabo, za nas zobozdravnike pa vse bolj uporabne. Ali se približuje čas, ko bodo naše paciente obravnavali roboti? Tega iz trenutnih trendov ne moremo razbrati, vendar pa rok, gibov, oči in presoje zobnega strokovnjaka ne more nadomestiti noben stroj ali robot, čeprav je npr. hitri, natančni CAD/CAM sistem sposoben delati z materiali, ki jih doslej v zobozdravstvu nismo poznali. Menim, da je zobozdravnik sedaj še bolj pomemben za zobozdravstveno prakso, in to ne samo zaradi človeškega faktorja. Stomatologi namreč ukazujemo napravam, kaj naj storijo, postavljamo pogoje in omejitve ter zelo natančno opredelimo, kje jih prosimo za pomoč. Kjer se zahteva individualnost, je prostor za ljudi, kjer pa je nujna natančnost, odigrajo svojo vlogo naprave, ki nam služijo kot zelo udobni pripomočki pri vsakdanjem delu.

**Ključne besede:** CBCT, računalniško podprta implantologija, kirurški vodnik, načrtovanje v ozadju, takojšnje nalaganje, minimalno invazivna metoda, zobje v eni uri, individualni mostiček

### ABSTRACT

After the almost obligatory dead-ends of the development, the newest technologies provide us real practicable support. We do not regard them as just a technical stunt, but use them as helpful devices. To the question, whether the now available systems the very top of the development mean, the correct answer is surely a No. The devices are more and more precise, more and more available for the common practices, and for us, dentist they are more and more useable. Whether the moment is approaching, when our patients will be treated by robots? It cannot be foreseen from the current trends. However, the hands, motions, eyes and thinking of a dental technician cannot be replaced by any machines or robots, even if there is e. g. the quick, precise CAD/CAM system that can work materials unknown in dentistry till now. In the same way, I think the dentist is even more indispensable for a dental practice, and not just because of the human factor. We, dentist order the machine what to do, we set the conditions and the limits, and say very accurate, where we ask for help.

Where precision is a must, there play machines the roll. Where individuality is demanded, there are we, people, and our machines serve us today as very comfortable crutch in the daily routine.

Key words: CBCT, computer aided implantology, surgical guide, back-planning, immediate loading, minimally invasive method, teeth in an hour, individual abutment

### ŠIRJENJE DIGITALNIH TEHNOLOGIJ V ZOBOZDRAVSTVU

Kot lahko vidimo, se naprave/orodja digitalne tehnologije hitro širijo v zobozdravstvu. Danes imajo digitalna orodja uporabno vrednost in jih ne moremo obravnavati zgolj kot tehnično okrasje. Naše diagnostične naprave za slikanje, CAD/CAM oprema, ki nam pomaga pri restavraciji, ter računalniki, ki podpirajo vodenje evidence klientov in njihovo obravnavo, vsi uporabljajo isto tehnologijo. Najnovejši trend je povezovanje različnih orodij; pretok informacij (od digitalnih odtisov do zaključene restavracije, vključno z načrtovanjem implantacije) torej poteka digitalno.

Možnosti, ki jih daje CT (CBCT) s konusnim snopom, so še posebej vredne pozornosti. 3D odtisi, narejeni s CBCT opremo (digitalni ali dentalni tomogram volumna – DVT), imajo boljšo ločljivost kot kadarkoli prej. Pri posebni nastavitvi določenih naprav lahko velikost voksla (volumetričnega piksla, tj. tridimenzionalnega ekvivalenta osnovnega elementa 2D resolucije) doseže 0,076 mm, medtem ko se pri tradicionalnem medicinskem CT-ju ta vrednost giblje okrog 0,6 mm. Naslednja prednost je relativno nizka sevalna obremenitev, ki znaša samo delček (na splošno 1 – 10%) doze omenjenega tradicionalnega CT-ja. Majhne prostorske zahteve in vse dostopnejša cena podpirajo širjenje teh naprav (slika 1).



Slika 1: Zobni rentgenski aparat Galileos, Sirona

**Sevalna obremenitev** – ALARA (najnižja, ki še zagotavlja učinek)

Pri pregledu pacienta je treba glede izbora primerne tehnike slikanja sprejeti premišljeno odločitev. Relevantno je namreč, koliko slik bo narejenih in kakšne bodo. Ali bo odločitev za metodo z nižjo sevalno dozo zagotovila dovolj informacij za postavitev pravilne diagnoze za načrtovanje endodontskega zdravljenja ali implantacije? Izbrati moramo torej najnižjo možno sevalno dozo, pri kateri je še mogoče doseči zastavljeni terapevtski ali diagnostični cilj (tabela 1).

**Tabela 1: Primerjava sevalnih doz pri različnih postopkih slikanja**

vrsta slikanja/vir sevanja	povprečna doza
digitalno panoramsko	~ 5 – 15 $\mu$ Sv
panoramsko (film)	~ 10 – 26 $\mu$ Sv
konusni snop	~ 29 – 450 $\mu$ Sv
medicinski CT	1200 – 3000 $\mu$ Sv
celodnevna doza sevanja na Zemlji	8 $\mu$ Sv
sevanje med letalskim poletom	6 $\mu$ Sv/uro

Primerjave ni lahko narediti, saj ni splošno uporabljenih standardov za različne merilne metode, po drugi strani pa večina proizvajalcev ne priskrbi konsistentnih informacij o okoliščinah merjenja. Iz tega razloga nisem naredil primerjave posameznih vrst slikanja.

Prizadevanja za zmanjšanje sevalne doze pri DVT slikanju:

- vse bolj kakovostni detektorji – večja senzibilnost in ločljivost (videz ravnih plošč);
- krajši čas skeniranja (manjša verjetnost premikanja, kar izloči šum);
- razvoj rekonstrukcijskih algoritmov, ki prispevajo k manjšemu obsegu ročnega dela, in razvoj računalnikov, ki opravljajo preračunavanje.

Kadar pride do endodontskega posega, implantacije ali manjšega dentalnega kirurškega posega in v vseh primerih, ko je zaradi terapevtskih razlogov pomemben položaj predmeta v prostoru, CBCT slike zagotavljajo informacije, kakršnih zagotovo ni možno dobiti z 2D slikami. Indikacije CBCT slik predela glave in vratu, ne da bi šli v podrobnosti

- kirurgija glave in vratu: zlomi, ciste, tumorji, granulom z velikimi celicami, osteomielitis,
- prizadeti, ohranjeni zobje, modrostni zobje,
- sinusi,
- čeljustni sklep,
- disgnatija in ortodontska kirurgija,
- implantacija zobnih vsadkov, augmentacija,
- parodontalne in periapikalne lezije,
- endodontika.

Tridimenzionalne slike omogočajo nove funkcije, poleg diagnosticiranja tudi načrtovanje in vodenje zdravljenja. Rekonstrukcijska programska oprema, ki ustvarja tridimenzionalne virtualne slike, ima torej tri glavne funkcije: slikanje, načrtovanje in navigacijo. Zahvaljujoč slednji lahko naprava varno vodi operaterjevo orodje na ciljno mesto z natančnostjo desetinke milimetra, tako kot merek ali GPS, ki načrtuje smer vožnje in nas pripelje na pravi naslov. Merek, pripravljen na osnovi 3D slike, je t. i. kirurško (vrtalno) vodilo (tabela 2). Njegova uporaba zmanjša možnost napake,

s pomočjo vodila je vsadek vstavljen na predvideno mesto v kosti z natančnostjo desetinke milimetra. To je posebej pomembno, kadar pacient na mestu, predvidenem za implantacijo vsadka, nima idealne količine kosti in je za idealno vstavitev vsadka potrebno v največji možni meri izkoristiti prostor, ki je na voljo, ali pa takrat, ko so na mestu posega pomembni anatomske deli, ki se jim je priporočljivo izogniti. Kasneje se na vsadek namesti restavracija, zato je pomembno, kako je le-ta obrnjen in kako globoko je vstavljen; funkcijsko mora biti povezan z restavracijo. S 3D načrtovanjem in kirurškim vodilom lahko vsadek vstavimo optimalno. Načrtovalni računalniški programi nam v glavnem omogočajo ogledovanje tovarniških mostičkov, toda nekaj podjetij omogoča tudi konstruiranje individualnih mostičkov s CAD/CAM napravami.

**Tabela 2: SICAT. com izdeluje vrtalna vodila za naslednje implantacijske sisteme:**

Astra Tech Dental	Facilitate™ Surgical kit
BIOMET 3i™	Navigator® System
CAMLOG® Biotechnologies	CAMLOG® Guide System
Dentaurum	tioLogic® pOsition
MEISINGERZemlji	3D-Navigation-Control
MIS® Implant Technologies	MGUIDE Surgical Kit
Nobel Biocare™	Nobel Guide™ Surgical Kit
SIC® Invent	
Straumann®	Guided Surgery
Zimmer Dental	Zimmer Instrument Kit System

CAD/CAM sistem Sirona inLab lahko izdelava individualne mostičke za naslednje tipe vsadkov:

- Zimmer Taperd Screw,
- BIOMET 3i™,
- Friadent Frialit,
- Astra Tech Dental – OsseoSpeed,
- Straumann® - Tissue Level,
- Nobel Biocare™ – Replace,
- Nobel Biocare™ – Branemark.

## MINIMALNO INVAZIVNI POSEG

Zaradi zelo natančnega operativnega posega ima postopek še dodatne prednosti. Pacienti upravičeno želijo čim manj bolečin in neudobja pri tem, življenjsko sicer ne usodnem posegu, prav tako si želijo veliko manjše invazivnosti postopka. Opaziti je določeno nerazumevanje tega koncepta, saj se poseg brez raziskovanja pogosto imenuje minimalno invaziven samo zato, ker se ne naredi režnja. Hkrati smo usmerjeni k razmišljanju, da je edina prednost navigacijskega vstavljanja vsadkov, da nam ni potrebno rezati, ni šivov, implantacija pa se izvaja brez krvavitve. Seveda lahko reženj uporabimo v določenih primerih, npr. na estetsko manj relevantnih mestih, kjer predstavlja zares veliko prednost tako za pacienta kot operaterja. Reženj postane potreben bolj v smislu estetike in funkcionalne estetike in ne zaradi nadziranja mesta operacije, vendar pa je brez kirurškega vodila večinoma nujen, če ni na voljo primerne količine kosti. Poleg tega implantacije vsadka, vstavljenega ne, da bi naredili reženj, in zato pod napačnim kotom ali v napačnem položaju, ki se lahko deloma vraste izven kosti (npr. v sinus, vestibul), ne moremo obravnavati kot minimalno invazivne, čeprav je opravljena brez enega samega reza. Minimalna invazivnost po navadi pomeni, da so

vsadki vstavljeni na najbolj optimalen način, torej z vstavitvijo najmanjše možne količine kovine v kost. Izberemo lahko najmanjši možni vsadek, posvetimo pozornost volumnu kosti (količini in kakovosti) sprejemnega mesta, potencialni obremenitvi, ki jo bo predstavljal vsadek (velikost in smer), natančno določimo lokacijo, kot in globino vsadka glede na položaj obstoječih zob ter prihodnjo restavracijo. Nato je potrebno zamenjati kost in poskrbeti za mehko tkivo; v tem primeru je rez nujen. Toda ob pomoči kirurškega vodila ni razloga, da bi raziskovali samo z namenom dobrega nadzora mesta operacije.

## Prednosti in slabosti uporabe kirurškega vodila

Prednosti:

- pomaga preprečevati usodne napake: pomotoma vstavljene vsadke v sinus ali nosno votlino; poseganje v anatomske dele (žile in živce);
- omogoča najbolj optimalno uporabo dostopnega kostnega volumna – pri izračunih lahko upoštevamo manjšo varnostno cono: k izdelavi vstavka pristopimo tudi v primerih, ko sicer tega ne bi storili oziroma za to ne bi prevzeli tveganja;
- skrajša čas operacije;
- naredimo lahko droben rez, morda brez raziskovanja, v takšnih primerih se večinoma ne pojavijo pooperativne bolečine, obrazni edem ali hematomi;
- s protetičnega zornega kota prihaja do manj zapletov – povezavo med vsadkom in protezo lahko načrtujemo ter se izognemo situaciji, ko kljub integriranemu vsadku ne moremo narediti proteze oziroma lahko dosežemo zgolj kompromisno rešitev, a še to samo z briljantnim obvladanjem tehničnih veščin;
- na zahtevo je proteza izdelana že na dan posega, tako da jo pacient dobi še isti dan;
- omogoča vnaprejšnji preračun stroškov: verjetnost za nepričakovano zamenjavo kosti in draženje membrane je majhna;
- zmanjša tveganje za napako.

Slabosti:

- drago, zato se v preprostejših primerih še ni uveljavilo kot rutina;
- težak dostop do mesta operacije v predelu kočnikov.

## NAVIGACIJSKA KIRURGIJA ZOBNIH VSADKOV

V osnovi lahko računalniško podprto implantacijo dosežemo na dva načina. Po eni strani s pomočjo t. i. vrtnega vodila, ki potiska kirurške svedre v določeno smer in globino, s čimer oblikuje mesto za prihodnji vsadek. V drugem primeru ni vodila, ampak se od podpora senzorjev, nameščenih na kirurških instrumentih, in kamere, usmerjene na mesto operacije, v realnem času pojavi virtualni pogled na sveder v obliki prej posnete DVT slike. Tako se lahko z našim aplikatorjem prosto premikamo v prostoru in imamo med operacijami priložnost za korekcije, če so potrebne. Ta metoda omogoča boljši dostop do mesta operacije, ki je z vrtnim vodilom včasih zares težak, npr. v predelu kočnikov.

## PREDOPERATIVNI KORAKI IN NAČRTOVANJE – NAČRTOVANJE V OZADJU

Najprej načrtujemo protezo. Za ta namen uporabimo CAD/CAM kamero, mapiramo obravnavano območje in potem s programsko opremo CAD/CAM načrtujemo virtualno restavracijo. S končanim dizajnom proteze se opremi CBCT slika, posneta s kalibracijsko šablono. S posvečanjem pozornosti virtualni restavraciji, kosti, ki je na voljo, in anatomskim delom načrtujemo mesto za vsadek z izbiranjem idealnega tipa, velikosti in dolžine. Potem pošljemo dizajn v digitalnem paketu skupaj s šablono v center, kjer ga v skladu z našo šablono pretvorijo s pomočjo CAD/CAM sistemov; tam se vstavi poseben obroček, oblikovan za rezila naših svedrov. Ta natančno nameščen obroček bo vodil rezila naših svedrov v samo eno smer in globino, določeni vnaprej, ter tako omogočil izdelavo sidrišča vsadka v kosti (slika 2, 3, 4, 5, 6, 8).



Slika 2:  
Rentgenski posnetek



Slika 3:  
Šablona za vstavljanje implantatov



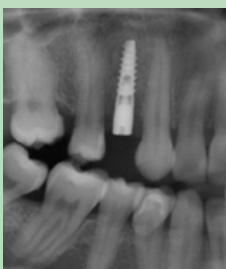
Slika 4:  
Cerec AC



Slika 5:  
Slikanje z rentgenskim aparatom



Slika 6:  
Sinhronizacija CAD/CAM modela in rentgenskega posnetka



Slika 7:  
Končni posnetek



Slika 8:  
Načrtovanje implantata

V tem procesu se pojavi manjša pomanjkljivost: dizajn proteze (virtualna restavracija, načrtovana z našo CAD/CAM napravo in nameščena na naši CT sliki), ki določa položaj vsadka, se po lokalizaciji zavrže. Ta dizajn ni neposredno vključen v pripravo končnega individualnega mostička in začasne proteze. Individualni mostiček in začasna proteza sta osnovana na podlagi mavčnega modela, izdelanega v skladu z odtisom, predhodno vzetim na tradicionalen način. Na naš model postavimo medtem generirano kirurško vodilo in pozicioniramo analogijo v modelu, tako da jo vodimo skozi kirurško vodilo; delamo z isto napravo, ki jo bomo uporabili pri implantaciji.

Zatem v laboratorijsko analogijo namestimo posnetek telesa, ki ga lahko jasno skeniramo s CAD/CAM kamero in nato s pomočjo kamere pripravimo virtualno kopijo našega modela. S CAD/CAM napravo načrtujemo provizorično protezo in hkrati tudi (praktično s potiskanjem gumba) individualni mostiček, reduciran iz te proteze. Mostiček je izrezan iz bloka cirkonijevega dioksida in strjen v visokotemperaturni peči. Ko oksidni keramični mostiček vzamemo iz peči, ga fiksiramo z dvojnimi cementom na titanovi osnovi, ki zagotavlja pričvrstitev mostička v vsadek. Provizorična krona se izreže iz kompozitnega bloka.

Koraki izdelave kirurškega vodila, individualnega mostička in provizorične proteze

- tradicionalni odtis in izdelava mavčnega modela,
- virtualna kopija začetnega modela s CAD/CAM kamero,
- digitalno oblikovanje dizajna proteze,
- tomogram zobnega volumna z rentgenskim vodilom s CBCT opremo,
- postavitve dizajna proteze na DVT sliko,
- določitev položaja vsadka v skladu z dizajnom proteze,
- pretvorba rentgenskega vodila v kirurško vodilo (izdelava ga zunanji ponudnik: SICAT.com, v 3 do 5 delovnih dneh),
- pozicioniranje laboratorijske analogije v mavčnem modelu s kirurškim vodilom,
- oblikovanje virtualnega modela, ki vključuje laboratorijsko analogijo, s CAD/CAM kamero, z uporabo posebne skenirne glave,
- načrtovanje in izdelava individualnega mostička in provizorične proteze v CAD/CAM sistemu.

## VGRADITEV

Po zgoraj omenjenih pripravljavnih korakih, ko sta končni individualni mostiček in provizorična proteza že na voljo, začnemo z izvajanjem implantologije. Sedaj sledi najkrajši del naše študije in tudi celotnega postopka, saj je pacient gotov v samo nekaj minutah (slika 7).

Z našim vrtnim vodilom in adapterji za sveder, izdelanimi za dani sistem, razširimo izvrtino do potrebnega premera, pri čemer vanjo potiskamo naše svedre enega za drugim, dokler se ne ustavijo. Sledi fiksiranje vsadka z vijakom. Zapremo reženj, če je narejen, ali ga pričvrstimo s šivi okrog že nameščene provizorične proteze, da dosežemo potreben estetski učinek.



**Različni vidiki kakovosti  
v zobozdravstvu  
Hotel Habakuk – Maribor  
5 - 6. Oktober 2012**

### ORTHOPHOS XG 3D

**Najbolj priljubljen rentgen na svetu.  
Sedaj tudi v 3D!**

Z družino naprav ORTHOPHOS XG lahko ustvarite:

- Visoko kakovostne panoramske, cefalometrične in 3D posnetke s caesium iodide scintillator.
  - Redukcijo kovinskih artefaktov z naprednim MARS programom.
  - HD senzor in manjše vidno polje za edondotijo.
  - Zagotavlja dobro resolucijo tudi ob manjši dozi sevanja, kar zmanjša šum na slikah. Dobra slika pa omogoča zanesljivo diagnostiko.
  - Enostavno pozicioniranje pacienta
- Uživajte vsak dan s Sirono.



**INTERDENT®**

Opekarniška 26, 3000 Celje  
Tel.: 03 425 62 00 • E-mail: info@interdent.cc

The Dental Company

**sirona.**



MEDITRADE 

### CARESTREAM Vue Motion

Enostaven dostop do RTG slik in izvidov.

Napotni zdravniki in zdravniki specialisti morajo v realnem času, na zahtevo dostopati do izvidov in slikovnih podatkov o bolniku, da bi s tem zagotovili njihovo boljšo oskrbo.

CARESTREAM Vue je nevtralni pregledovalnik slik, ki uporablja spletni brskalnik, ki zagotavlja enostaven dostop do slikovnih podatkov in informacij, ki jih zdravnik na kraju samem ali oddaljenih zdravstvenih ustanovah potrebuje. VUE se lahko uporablja kot del Carestream PACS sistema, mogoče pa ga je vključiti tudi v kateri koli drug PACS sistem.

Vue je združljiv z iPad mobilno napravo in ga je odobril FDA.

Središka ulica 21  
1000 Ljubljana, Slovenija  
Tel: +386 1 5854 600  
Faks: +386 1 5445 401  
info@medittrade.si  
www.medittrade.si





GE Healthcare

## GEMSTONE



**DINAMIKA** X 4  
**HITROST** X 100  
**STABILNOST** X 20

**Najboljše,  
kar je trenutno na voljo!**



LIFE FROM INSIDE



**multiHance**  
Gadobenata di-meglumina



**SONOVue**  
Sulphur Hexafluoride