XVI Zjazd
Polskiego Towarzystwa Badań Radiacyjnych
im. Marii Skłodowskiej-Curie

Białowieża, 23-26 września 2013

Pod Patronatem Honorowym

Wojewody Podlaskiego Pana Macieja Żywno

Organizator

Oddział Warszawski PTBR

Miejsce

Hotelu „Białowieski”
ul. Waszkiewicza 218 B, 17-230 Białowieża

Redakcja: dr Aneta Cheda, dr Ewa M. Nowosielska i dr Jolanta Wrembel-Wargocka,

Wydano nakładem: Polskiego Towarzystwa Badań Radiacyjnych im. Marii Skłodowskiej-Curie

Polskie Towarzystwo Badań Radiacyjnych im. Marii Skłodowskiej-Curie nie ingerowało w treść przedstawionych streszczeń, za którą odpowiadają ich autorzy.

Nakład: 100 egz.

Wydawca: Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

Druk:

KOMITET HONOROWY

prof. dr hab. Barbara Kudrycka	Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego
mgr inż. Hanna Trojanowska	Pełnomocnik Rządu ds. Polskiej Energetyki Jądrowej, Podsekretarz Stanu
mgr inż. Janusz Włodarski	Prezes Państwowej Agencji Atomistyki
prof. dr hab. inż. Andrzej Grzegorz Chmielewski	Dyrektor Naczelny Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej
prof. dr hab. Irena Szumiel	Instytut Chemii i Techniki Jądrowej – Zakład Naukowy Centrum Radiobiologii i Dozymetrii Biologicznej

KOMITET NAUKOWY

Przewodniczący: prof. dr hab. Marcin Kruszewski

Członkowie:
prof. dr hab. Krzysztof Bobrowski
prof. dr hab. Antonina Cebulska-Wasilewska
prof. dr hab. Anna Gasińska
dr hab. inż. Jerzy Gębicki, prof. PŁ
prof. dr hab. Natalia Golnik
prof. dr hab. Marek K. Janiak
dr hab. Anna Lankoff, prof. UJK
prof. dr hab. Paweł Olko
dr hab. inż. Ewa Szajdzińska-Piętek, prof. PŁ
prof. dr hab. Andrzej Wójcik
dr hab. Marek Zmyślony, prof. IMP

KOMITET ORGANIZACYJNY

Przewodnicząca: dr Maria Wojewódzka

V-ce Przewodnicząca: dr Aneta Cheda
Sekretarz: dr Sylwester Sommer
Członkowie: dr Ewa M. Nowosielska
dr Jolanta Wrembel-Wargocka
dr Elżbieta Sobiczewska

Komitet Organizacyjny dziękuje dr. Jackowi Rogolińskiemu z Centrum Onkologii, Oddział w Gliwicach, za pomoc w organizacji XVI Zjazdu PTBR.

Patronat Honorowy

Wojewoda Podlaski

Sponsorzy

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego

ichtj®

GENOS

BIOKOM biologia komórki

Telekomunikacja Polska S.A.

Patronat Medialny

Polskie Radio Białystok

TVP BIAŁYSTOK

Spis Treści

Program Zjazdu **10**
Dzień I 11
Dzień II 11
Dzień III 13
Dzień IV 15
Sesje Plakatowe Zjazdu **16**
Sesja plakatowa 1 „Radiobiologia i Radioterapia" 17
Sesja plakatowa 2 „Chemia radiacyjna i fotochemia" 18
Sesja plakatowa 3 „Telefonia komórkowa i promieniowanie elektromagnetyczne" 19
Sesja plakatowa 4 „Ochrona radiologiczna" 20
Streszczenia doniesień zjazdowych **21**
Wykład inauguracyjny
NISKIE DAWKI I MOCE DAWEK, POLA MIESZANE I INNE NIEWYGODNE PYTANIA W DZIEDZINIE OCHRONY RADIOLOGICZNEJ. Andrzej Wójcik 22
Wykłady laureatów Medalu Marii Skłodowskiej - Curie
RADIATION CHEMISTRY APPLIED TO RADICAL PROCESSES IN PEPTIDES AND PROTEINS. Krzysztof Bobrowski 23
RADIATION CHEMISTRY APPLIED TO PROBLEMS OF RADIOBIOLOGY. Peter Wardman 24
Wykłady plenarne
FIZYKOCHEMICZNE I STRUKTURALNE EFEKTY RADIACYJNE W POLIMERACH. Grażyna Przybytniak 25
RYZYKO NOWOTWORÓW WTÓRNYCH PO RADIOTERAPII. Dorota Słonina 26
TELEFONIA KOMÓRKOWA – ELEKTROMAGNETYCZNE ZAGROŻENIE ZDROWIA? Marek Zmyślony 27
EWOLUCJA NORM I PRZEPISÓW OCHRONY RADIOLOGICZNEJ PO AWARII ELEKTROWNI JĄDROWEJ FUKUSHIMA. Paweł Krajewski 28
Doniesienia ustne sesja I „Radiobiologia i Radioterapia"
WPŁYW ENDOGENNYCH I EGZOGENNYCH UWARUNKOWAŃ NA ZRÓŻNICOWANĄ NISKIMI I WYSOKIMI DAWKAMI ^{131}I ODPOWIEDŹ KOMÓRKOWĄ LIMFOCYTÓW. Antonina Cebulska-Wasilewska, Zbigniew Drąg, Mateusz Krzysiek, Artur Stępień 29
PROGNOSTYCZNE ZNACZENIE WYBRANYCH CECH BIOLOGICZNYCH RAKA PIERSI DLA UZUPEŁNIAJĄCEGO LECZENIA PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM I ANTRACYKLINAMI. Beata Biesaga, Joanna Niemiec, Marek Ziobro, Joanna Wysocka, Anna Kruczak, Andrzej Sokołowski 30
ZMIANY EKSPRESJI GENÓW W KRWI JAKO MARKER DLA BIOLOGICZNEJ DOZYMETRII. Kamil Brzóska, Marcin Kruszewski 31
SOLE PIRYDYNIOWE JAKO POTENCJALNE PREPARATY RADIOPREWENCYJNE I/LUB RADIONAPRAWCZE. Marta Wincenciak, Aneta Cheda, Ewa M. Nowosielska, Jolanta Wrembel-Wargocka, Jerzy Gębicki, Andrzej Marcinek, Stefan Chłopicki, Marek K. Janiak 32
Doniesienia ustne sesja II „Chemia radiacyjna i fotochemia"
BADANIE KINETYKI REAKCJI DITLENKU AZOTU Z CYTOCHROMEM C. Lidia Gębicka, Anastasia Domazou, Joanna Didik, Jerzy L. Gębicki, Willem H. Koppenol 33
WYCHWYT ELEKTRONÓW PRZEZ AMINOKWASY. Janina Kopyra, Hassan Abdoul-Carime, Eugen Illenberger 34
KINETYKA REAKCJI PIERWOTNYCH PRODUKTÓW RADIOLIZY OKTANOLU Z BENZOFENONEM I LIGANDAMI Z RODZINY BT(B)P. Agnieszka Sulich, Jan Grodkowski, Jacek Mirkowski, Rafał Kocia, Mark R. StJ. Foreman, Michael J. Hudson 35
RADIOLIZA WODNYCH ROZTWORÓW PORFIRYN W OBECNOŚCI BIOCZĄSTEK. Tadeusz Strózik, Marian Wolszczak, Maria Hilczer 36
Doniesienia ustne sesja III „Radiobiologia i Radioterapia"
WPŁYW FAZY G2 CYKLU KOMÓRKOWEGO NA WYSTĘPOWANIE EFEKTU NADWRAŻLIWOŚCI NA NISKIE DAWKI PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO (HRS). Dorota Słonina, Beata Biesaga, Anna Janecka, Damian Kabat, Karolina Bukowska-Strakova, Anna Gasińska 37

PROMIENIOUCZULAJĄCE DZIAŁANIE SPRZĘŻONEGO DIENU KWASU LINOLOWEGO (CLA) NA KOMÓRKI RAKA JELITA, HT-29, POPRZEZ ZABURZENIE SYGNALIZACJI PRZEŻYCIA. Iwona Grądzka, Barbara Sochanowicz, Sylwia Męczyńska-Wielgosz.....38

WERYFIKACJA DOZYMETRYCZNA ŹRÓDŁA POMIARÓW DAWEK CIĘŻKICH JONÓW ^{12}C DLA BADAŃ RADIOBIOLOGICZNYCH. Urszula Kaźmierczak, Dariusz Banaś, Janusz Braziewicz, Jarosław Choiński, Joanna Czub, Marian Jaskóła, Andrzej Korman, Marcin Kruszewski, Anna Lankoff, Halina Lisowska, Aneta Malinowska, Zygmunt Szefliński, Maria Wojewódzka.....39

WALIDACJA DOZYMETRYCZNA SYSTEMÓW REKONSTRUKCJI ROZKŁADÓW DAWKI W WERYFIKACJI IMRT. Krzysztof Chełmiński, Piotr Sobotka, Wojciech Bulski, Magdalena Kuich, Joanna Rostkowska, Andrzej Domański.....40

Doniesienia ustne sesja IV „Chemia radiacyjna i fotochemia"

BADANIA ODDZIAŁYWANIA KWASU 1-PIRENYLOSULFONOWEGO Z ALBUMINĄ OSOCZA KRWI LUDZKIEJ. Ewa Szajdzińska-Piętek, Małgorzata Steblecka, Marian Wolszczak.....41

RADIACYJNA KONSERWACJA OBIEKTÓW O ZNACZENIU HISTORYCZNYM. Wojciech Głuszewski, Quoc Khoï Tran, Laurent Cortella.....42

BADANIA EGZO- I ENDOGENNYCH BIAŁEK DYSTRYBUUJĄCYCH LEKI PRZECIWNOWOTWOROWE W ORGANIZMIE. Anna Konarska, Magdalena Ambroziak, Marian Wolszczak.....43

RADIOLIZA IMPULSOWA WODNYCH ROZTWORÓW NIKOTYNY I JEJ ZWIĄZKÓW MODELOWYCH. Katarzyna Kosno, Monika Celuch, Ireneusz Janik, Dariusz Pogocki.....44

Doniesienia ustne sesja V „Radiobiologia i Radioterapia"

WPŁYW SKAŻENIA WEWNĘTRZNEGO TRYTEM NA KOMÓRKI NADZORU IMMUNOLOGICZNEGO MYSZY BALB/c I C57BL/6. Ewa M. Nowosielska, Aneta Cheda, Marta Wincenciak, Jolanta Wrembel-Wargocka, Marek K. Janiak.....45

WPŁYW HYPOTERMII NA POZIOM POPROMIENNYCH USZKODZEŃ DNA I CYKL KOMÓRKOWY W KOMÓRKACH HEPG2 I A549. Halina Lisowska, Beata Fortuna, Żaneta Fendrych, Justyna Nowakowska, Monika Stankiewicz, Aneta Węgierek-Ciuk, Janusz Braziewicz, Andrzej Wojcik, Anna Lankoff.....46

WPŁYW RÓŻNYCH MOCY DAWKI NA ODPOWIEDŹ KOMÓREK NAPROMIENIANYCH W WARUNKACH RADIOTERAPII. Jacek Rogoliński, Maria Konopacka, Krzysztof Ślosarek.....47

SZYBKA ANALIZA DICENTRYKÓW W CELU OSZACOWANIA DAWKI POCHŁONIĘTEJ. Katarzyna Sikorska, Iwona Buraczewska, Iwona Wasyk, Teresa Bartłomiejczyk, Sylwester Sommer, Anna Lankoff, Maria Wojewódzka, Marcin Kruszewski.....48

Doniesienia ustne sesja VI „Chemia radiacyjna i fotochemia"

WPŁYW TEMPERATURY NA KINETYKĘ GENEROWANIA WODORU W REAKCJI $H + H_2O(c) = OH + H_2$. Dorota Światła-Wójcik.....49

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE KOMPOZYTÓW TIO_2/SIO_2 NAPROMIENIONYCH WIĄZKĄ ELEKTRONÓW. Paweł Wroński, Magdalena Szadkowska-Nicze.....50

RADIOLIZA WYBRANYCH ZWIĄZKÓW PORFIRYNOWYCH. Magdalena Ambroziak, Anna Konarska, Marian Wolszczak.....51

RADIOLIZA IMPULSOWA POCHODNYCH CHINOKSALIN-2-ONU. Konrad Skotnicki, Julio de La Fuente, Krzysztof Bobrowski.....52

Doniesienia ustne sesja VII „Radiobiologia i Radioterapia"

ANALIZA PROMIENIOWRAŻLIWOŚCI IN VITRO I IN VIVO LIMFOCYTÓW PACJENTEK Z NOWOTWOREM SZYJKI MACICY– KORELACJA Z ODCZYNAMI POPROMIENNYMI. Aneta Węgierek-Ciuk, Halina Lisowska, Andrzej Wójcik, Piotr Kędzierawski, Agnieszka Florek, Stanisław Góźdź, Anna Lankoff.....53

WPŁYW PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO NA AKTYWNOŚĆ ACETYLOCHOLINO-ESTERAZY ERYTROCYTÓW CZŁOWIEKA W OBECNOŚCI FULERENOLU $C_{60}(OH)_{36}$. Anita Krokosz, Jacek Grębowski, Marian Wolszczak, Aleksandra Rodacka, Mieczysław Puchała.....54

ODDZIAŁYWANIE NANOCZĄSTEK FULERENOLU NA ERYTROCYTY CZŁOWIEKA PODDANE DZIAŁANIU ELEKTRONÓW O WYSOKICH ENERGIACH. Jacek Grębowski, Anita Krokosz, Karolina Szkopińska, Marian Wolszczak, Mieczysław Puchała.....55

WPŁYW WYBRANYCH PROTOBERBERYN NA POPROMIENNĄ CZĘSTOŚĆ MIKROJĄDER W KOMÓRKACH HELA. Katarzyna Stępień Anita Wylazowska, Anna Konarska, Marian Wolszczak, Aneta Węgierek-Ciuk, Marcin Kruszewski, Maria Wojewódzka, Anna Lankoff 56

Doniesienia ustne sesja VIII „Chemia radiacyjna i fotochemia"

REAKCJE RODNIKÓW NADTLENKOWYCH Z FLAWONOIDAMI – EKSPERYMENT I SYMULACJA KINETYCZNA. Piotr Meisner, Jerzy L. Gębicki 57

BADANIA PROCESÓW REKOMBINACJI ELEKTRONÓW W NAPROMIENIOWANYCH CIECZACH NIEPOLARNYCH. Mariusz Wójcik 58

BIOKOMPATYBILIZACJA POWIERZCHNI POLIURETANÓW ZA POMOCĄ RADIACYJNIE INICJOWANEJ POLIMERYZACJI RAFT. Marta Walo, Grażyna Przybytniak 59

WYDAJNOŚĆ CHEMORADIACYJNA WODORU W ROZTWORACH WODNYCH W OBECNOŚCI NANOCZĄSTEK TLENKU CYRKONU. Monika Celuch, Konrad Skotnicki, Krzysztof Bobrowski, Agnieszka Masłowska, Joanna Kisała, Dariusz Pogocki 60

Doniesienia ustne sesja IX „Telefonia komórkowa i promieniowanie elektromagnetyczne"

POLE ELEKTROMAGNETYCZNE EMITOWANE PRZEZ TELEFON KOMÓRKOWY W KABINIE KIEROWCY SYMULATORA JAZDY SAMOCHODEM. Piotr Politański 61

GENOTOKSYCZNY WPŁYW MODULOWANEGO IMPULSOWO POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO 900 MHZ NA LUDZKIE LIMFOCYTY I LUDZKIE KOMÓRKI NOWOTWOROWE W HODOWLACH IN VITRO. Elżbieta Rosiak, Wanda Stankiewicz, Elżbieta Sobiczewska, Paweł Sobiech, Jarosław Kieliszek, Leszek Królicki 62

WYSOKOMOCOWE IMPULSY BRONI ELEKTROMAGNETYCZNEJ I ICH SKUTKI BIOLOGICZNE. Roman Kubacki, Kamil Brzóska, Iwona Buraczewska, Anna Lankoff, Katarzyna Sikorska, Sylwester Sommer, Maria Wojewódzka, Marcin Kruszewski, Marian Wnuk 63

ZAGROŻENIA BEZPIECZEŃSTWA W PLACÓWKACH REZONANSU MAGNETYCZNEGO W POLSCE. Jolanta Karpowicz, Krzysztof Gryz 64

POLA ELEKTROMAGNETYCZNE W ŚRODOWISKU WSPÓŁCZESNEGO CZŁOWIEKA NA PRZYKŁADZIE WIELKIEGO MIASTA. Halina Aniołczyk, Magda Mariańska, Paweł Mamrot 65

Doniesienia ustne sesja X „Ochrona radiologiczna"

INSTYTUT CHEMII I TECHNIKI JĄDROWEJ W WARSZAWIE, JAKO JEDNA Z ORGANIZACJI WSPARCIA TECHNICZNEGO (TSO TECHNICAL SUPPORT ORGANIZATION) DLA PROGRAMU ROZWOJU ENERGETYKI JĄDROWEJ W POLSCE. Sylwester Sommer, Marcin Kruszewski, Andrzej Chmielewski 66

ZAWODOWE NARAŻENIE NA PROMIENIOWANIE RENTGENOWSKIE W POLSCE (WEDŁUG DANYCH INSTYTUTU MEDYCYNY PRACY W ŁODZI). Sylwia Papierz, Zbigniew Kamiński, Małgorzata Adamowicz, Janusz Kacprzyk, Marek Zmyślony 67

MEDYCYNA NUKLEARNA W POLSCE. Krzysztof A. Pachocki, Agata Sackiewicz-Słaby 68

DOZYMETRIA ŚRODOWISKOWA – GDZIE I JAK? Małgorzata Adamowicz, Sylwia Papierz, Janusz Kacprzyk, Zbigniew Kamiński, Marek Zmyślony 69

Doniesienia plakatowe sesja 1 „Radiobiologia i Radioterapia"

PROMIENIOUCZULAJĄCY WPŁYW NANOCZĄSTEK SREBRA NA LUDZKIE KOMÓRKI NOWOTWOROWE A549 I HEPG2. Teresa Bartłomiejczyk, Iwona Grądzka, Marcin Kruszewski 70

AUDYTY DOZYMETRYCZNE W ZAKŁADACH RADIOTERAPII W POLSCE. Wojciech Bulski, Joanna Rostkowska, Krzysztof Chełmiński 71

WPŁYW RESWERATROLU NA CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA USZKODZEŃ DNA W KOMÓRKACH SOMATYCZNYCH NAPROMIENIANYCH MYSZY. Małgorzata M. Dobrzyńska, Aneta Gajowik, Joanna Radzikowska 72

ZNACZENIE PROGNOSTYCZNE EKSPRESJI BIAŁKA BCL-2 I P53 DLA WCZESNEJ ODPOWIEDZI RAKA ODBYTNICY NA PRZEDOPERACYJNE NAPROMIENIANIE. Anna Gasińska, Beata Biesaga, Agnieszka Adamczyk, Joanna Niemiec, Zbigniew Darasz, Krzysztof Małecki 73

AKTYWNOŚĆ WCZESNEGO PUNKTU KONTROLNEGO FAZY G2 W FIBROBLASTACH HRS-POZYTYWNYCH I HRS-NEGATYWNYCH. Dorota Słonina, Anna Gasińska, Anna Janecka, Beata Biesaga, Damian Kabat 74

WPŁYW WARUNKÓW RADIOTERAPII NA ODPOWIEDŹ BIOLOGICZNĄ KOMÓREK PRAWIDŁOWYCH I NOWOTWOROWYCH. Maria Konopacka, Jacek Rogoliński, Krzysztof Ślosarek 75

DOSE-MATIC: PROGRAM KOMPUTEROWY DLA DOZYMETRII BIOLOGICZNEJ I BADAŃ BIOMONITORINGOWYCH. Maciej Janowicz, Iwona Buraczewska, Marcin Kruszewski, Sylwester Sommer, Iwona Wasyk, Maria Wojewódzka, Anna Lankoff 76

NANOCZĄSTKI SREBRA HAMUJĄ POPROMIENNĄ NAPRAWĘ DNA W KOMÓRKACH HEPG2. Sylwia Męczyńska-Wielgosz, Maria Wojewódzka, Anna Lankoff, Teresa Iwaneńko, Marcin Kruszewski 77

WPŁYW ANIONORODNIKA PONADTLENKOWEGO NA ZMIANY FUNKCJONALNE I STRUKTURALNE DEHYDROGENAZY ALDEHYDU 3-FOSFOGLICERYNOWEGO I DEHYDROGENAZY MLECZANOWEJ. Aleksandra Rodacka, Julita Rochowiak, Joanna Strumiłło, Mieczysław Puchała 78

WPŁYW RESWERATROLU NA KOMÓRKI NERWIAKA PŁODOWEGO (NEURO-2A) W WARUNKACH STRESU OKSYDACYJNEGO. Aleksandra Rodacka, Joanna Gerszon, Joanna Strumiłło, Mieczysław Puchała 79

^{1}H NMR ŻYWYCH KOMÓREK C6 GLEJAKA SZCZURZEGO – METABOLICZNA ODPOWIEDŹ NA NAPROMIENIENIE. Maria Sokół, Łukasz Matulewicz 80

WPŁYW RESWERATROLU I JEGO POCHODNYCH NA FUNKCJĘ I STRUKTURĘ DEHYDROGENAZY ALDEHYDU 3-FOSFOGLICERY- NOWEGO W WARUNKACH STRESU OKSYDACYJNEGO. Joanna Strumiłło, Aleksandra Rodacka, Mieczysław Puchała 81

AUTOMATYCZNY TEST MIKROJĄDROWY W KOMÓRKACH LUDZKIEJ OSTEOSARKOMY I LIMFOCYTACH KURZYCH. Iwona Wasyk, Iwona Buraczewska, Anna Lankoff, Sylwester Sommer, Maria Wojewódzka, Marcin Kruszewski 82

BIOLOGICZNE DZIAŁANIE MIESZANYCH WIĄZEK PROMIENIOWANIA O WYSOKIM I NISKIM LINIOWYM PRZEKAZYWANIU ENERGII. Andrzej Wójcik, Elina Staaf, Alice Sollazzo, Siamak Haghdoost, Piotr Urbański, Sander Nieevart, Joanna Czub, Halina Lisowska, Janusz Braziewicz 83

PENTAPEPTYDOWA POCHODNA DTPA ZNAKOWANA IZOTOPEM LUTETU-177 I JEJ POTENCJALNE ZASTOSOWANIE W DIAGNOSTYCE I TERAPII ANTYNOWOTWOROWEJ. Grzegorz Wójciuk, Karolina Wójciuk, Marcin Kruszewski 84

WŁAŚCIWOŚCI NOWYCH PEPTYDOWYCH NOŚNIKÓW IZOTOPU JODU-131. Karolina Wójciuk, Grzegorz Wójciuk, Marcin Kruszewski 85

Doniesienia plakatowe sesja 2 „Chemia radiacyjna i fotochemia”

RADIACYJNA MODYFIKACJA ELASTOMERÓW. Wojciech Głuszewski, Maria Rajkiewicz, Zbigniew P. Zagórski 86

KINETYKA REAKCJI RODNIKOWYCH PRZEBIEGAJĄCYCH W FAZIE GAZOWEJ Z UDZIAŁEM CZĘŚCIOWO FLUOROWANYCH ALKOHOLI. Karol Wnorowski, Antoni Jówko 87

WPŁYW PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO NA ŻYCIE NA ZIEMI - KORZYŚCI I ZAGROŻENIA. Ewa Maria Kornacka, Zbigniew Paweł Zagórski 88

SPEKTROMETR RUCHLIWOŚCI JONÓW (IMS) Z RADIOAKTYWNYM ŹRÓDŁEM JONIZACJI. Karol Wnorowski, Bartosz Michalczuk, Antoni Jówko, Wiesława Barszczewska 89

CENTRA PARAMAGNETYCZNE GENEROWANE RADIACYJNIE W SITACH MOLEKULARNYCH TYPU TiAlMCM – BADANIA Z WYKORZYSTANIEM TECHNIKI EPR. Anna Bugaj, Jarosław Sadło, Marcin Sterniczuk, Grażyna Strzelczak, Jacek Michalik 90

RADIOLIZA IMPULSOWA Z WIELOKĄTOWĄ DETEKCJĄ ŚWIATŁA ROZPROSZONEGO - KONCEPCJA I PROTOTYP. Sławomir Kadłubowski, Radosław Wach, Piotr Ulański, Janusz M. Rosiak 91

Doniesienia plakatowe sesja 3 „Telefonia komórkowa i promieniowanie elektromagnetyczne”

PRZEGLĄD ŹRÓDEŁ PEM Z ZAKRESU CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWYCH (0,30-3000 MHz) MAJĄCYCH WPŁYW NA WARUNKI ŚRODOWISKA PRACY. Halina Aniołczyk, Paweł Mamrot, Magda Mariańska 92

NOWE POTRZEBY I MOŻLIWOŚCI W METROLOGII POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W ZAKRESIE BARDZO WYSOKICH CZĘSTOTLIWOŚCI (POWYŻEJ 40GHZ). Paweł Bieńkowski 93

OGRANICZENIE W BADANIACH ŚRODOWISKOWYCH NIEPEWNOŚCI WYNIKÓW OCENY NARAŻENIA NA RADIOFALOWE PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE Z WYKORZYSTANIEM EKSPOZYMETRÓW. Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz, Wiesław Leszko, Patryk Zradziński 94

BEZPOŚREDNIE I POŚREDNIE ZAGROŻENIA ELEKTROMAGNETYCZNE PRZY EKSPLOATACJI URZĄDZEŃ FIZYKOTERAPEUTYCZNYCH. Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz, Wiesław Leszko, Patryk Zradziński 95

OCENA ZAGROŻEŃ ELEKTROMAGNETYCZNYCH ZWIĄZANYCH WYKORZYSTANIEM DIATERMII CHIRURGICZNYCH. Jolanta Karpowicz, Krzysztof Gryz, Wiesław Leszko, Patryk Zradziński 96

ODDZIAŁYWANIE PÓL ELEKTRYCZNYCH CZĘSTOTLIWOŚCI PRZEMYSŁOWEJ NA MIERNIKI ELEKTROMAGNETYCZNEGO PROMIENIOWANIA RADIOFALOWEGO. Jolanta Karpowicz, Krzysztof Gryz, Wiesław Leszko 97

ZAGROŻENIA ELEKTROMAGNETYCZNE ZWIĄZANE Z UŻYTKOWANIEM ŁĄCZNOŚCI BEZPRZEWODOWEJ PRZEZ PRACOWNIKÓW SŁUŻB RATUNKOWYCH I MUNDUROWYCH. Wiesław Leszko, Patryk Zradziński, Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz 98

WPŁYW PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH ELEKTROENERGETYCZNYCH LINII PRZESYŁOWYCH NA SKŁAD BOTANICZNY ROŚLINNOŚCI. Małgorzata Rochalska, Łukasz Klatka 99

OCENA SAR W CIELE UŻYTKOWNIKÓW PRZENOŚNYCH URZĄDZEŃ PRACUJĄCYCH W KONWENCJONALNYM I TRANKINGOWYM SYSTEMIE ŁĄCZNOŚCI BEZPRZEWODOWEJ. Patryk Zradziński, Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz, Wiesław Leszko 100

Doniesienia plakatowe sesja 4 „Ochrona radiologiczna”

PROBLEMY POMIAROWE PODCZAS REALIZACJI TESTÓW SPECJALISTYCZNYCH APRARTURY RENTGENOWSKIEJ NA PODSTAWIE WYNIKÓW BADAŃ PORÓWNAWCZYCH. Marcin Brodecki, Andrzej Bednarek, Przemysław Janiak, Marek Zmyślony 101

OCENA DAWKI MAKSYMALNEJ NA SKÓRĘ U PACJENTÓW PODDANYCH ZABIEGOM Z ZAKRESU KARDIOLOGII I RADIOLOGII INTERWENCYJNEJ. Joanna Domienik, Marek Zmyślony, Andrzej Korejwo 102

OCENA NARAŻENIA ZAWODOWEGO PRACOWNIKÓW ZAKŁADÓW MEDYCYNY NUKLEARNEJ W POLSCE. Grażyna Krajewska, Krzysztof A. Pachocki 103

ZAGROŻENIE RADONEM PRACOWNIKÓW PODZIEMNYCH TRAS TURYSTYCZNYCH W POLSCE. Jerzy Olszewski, Katarzyna Walczak 104

RENTGENOWSKIE BADANIA DIAGNOSTYCZNE NA TERENIE WOJEWÓDZTWA MAZOWIECKIEGO. Marcin Bekas, Krzysztof A. Pachocki 105

BADANIE STĘŻENIA GAZU PROMIENIOTWÓRCZEGO RADONU ^{222}RN W POWIETRZU GLEBOWYM ORAZ JEGO EKSHALACJA Z GRUNTU NA TERENIE POGÓRZA ŚWIĘTOKRZYSKIEGO. Krzysztof A. Pachocki, Marcin Bekas, Kamil Wieprzowski 106

STAN TECHNICZNY STOMATOLOGICZNYCH APARATÓW RENTGENOWSKICH NA TERENIE WOJEWÓDZTWA MAZOWIECKIEGO. Marcin Bekas, Andrzej Magiera, Krzysztof A. Pachocki 107

OPTYMALIZACJA PARAMETRÓW PROCEDURY OZNACZANIA CAŁKOWITEJ AKTYWNOŚCI BETA W WODACH O RÓŻNEJ MINERALIZACJI. Kamil Wieprzowski, Krzysztof A. Pachocki, Marcin Bekas, Zdzisław Różycki 108

ROZMIESZCZENIE WYBRANYCH IZOTOPÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH W OSADACH DENNYCH BAŁTYKU POŁUDNIOWEGO, 2011-2012. Maria Suplińska, Adam Adamczyk 109

SZACOWANIE DAWEK EFEKTYWNYCH POCHODZĄCYCH OD RADONU W WYBRANYCH PLACÓWKACH GEOTERMALNYCH SPA NA PODSTAWIE INFORMACJI O STĘŻENIACH RADONU. Katarzyna Walczak, Marek Zmyślony 110

Indeks Autorów 111

XVI Zjazd

Polskiego Towarzystwa Badań Radiacyjnych

im. Marii Skłodowskiej-Curie

Program Zjazdu

Białowieża, 23-26 września 2013

I DZIEŃ – poniedziałek 23.09.2013

13.00-15.00 Przyjazd Gości do hotelu i rejestracja

15.00-16.30 − **Otwarcie XVI Zjazdu PTBR** **SALA A**

- Prezes Zarządu Głównego PTBR: ***prof. dr hab. Marek Krzysztof Janiak***
- Wystąpienia zaproszonych Gości
- Wykład inauguracyjny:
  prof. dr hab. Andrzej Wójcik: „Niskie dawki i moce dawek, pola mieszane i inne niewygodne pytania w dziedzinie ochrony radiologicznej"
- Uroczyste wręczenie Medali im. Marii Skłodowskiej-Curie
- Uroczyste wręczenie Nagród ZG PTBR za publikacje

16.30-17.00 Przerwa kawowa

17.00-19.00 **Wykłady laureatów Medalu Marii Skłodowskiej-Curie** **SALA A**

- ***prof. dr hab. Krzysztof Bobrowski***: "Radiation chemistry applied to radical processes in peptides and proteins"
- ***prof. Peter Wardman***: "Radiation chemistry applied to problems of radiobiology"

20.00-23.00 Kolacja w formie biesiady przy ognisku

II DZIEŃ – wtorek 24.09.2013

9.00-9.40 **Wykład plenarny z dziedziny: Chemia radiacyjna i fotochemia:**
przewodniczący: prof. dr hab. Marcin Kruszewski **SALA A**

dr hab. Grażyna Przybytniak: „Fizykochemiczne i strukturalne efekty radiacyjne w polimerach"

Sesja I: Radiobiologia i radioterapia
przewodniczący: prof. dr hab. Marcin Kruszewski **SALA B**

9.50-10.10 − *A. Cebulska-Wasilewska, Z. Drąg, M. Krzysiek, A. Stępień: „*Wpływ endogennych i egzogennych uwarunkowań na zróżnicowaną niskimi i wysokimi dawkami ^{131}I odpowiedź komórkową limfocytów"

10.10-10.30 − *B. Biesaga, J. Niemiec, M. Ziobro, J. Wysocka, A. Kruczak, A. Sokołowski:* „Prognostyczne znaczenie wybranych cech biologicznych raka piersi dla uzupełniającego leczenia promieniowaniem jonizującym i antracyklinami"

10.30-10.50 − *K. Brzóska, M. Kruszewski:* "Zmiany ekspresji genów w krwi jako marker dla dozymetrii biologicznej"

10.50-11.10 − *M. Wincenciak, A. Cheda, E.M. Nowosielska, J. Wrembel-Wargocka, J. Gębicki*

A. Marcinek, S. Chłopicki, M. K. Janiak: „Sole pirydyniowe jako potencjalne preparaty radioprewencyjne i/lub radionaprawcze**”**

Sesja II: Chemia radiacyjna i fotochemia

przewodniczący: dr hab. Ewa Szajdzińska-Piętek **SALA A**

9.50-10.10 − *L. Gębicka, A. Domazou, J. Didik, J. L. Gębicki, W. H. Koppenol: „*Badanie kinetyki reakcji ditlenku azotu z cytochromem C”

10.10-10.30 − *J. Kopyra, H. Abdoul-Carime, E. Illenberger:* „Wychwyt elektronów przez aminokwasy”

10.30-10.50 − *A. Sulich, J. Grodkowski, J. Mirkowski, R. Kocia, M.R. StJ. Foreman, M. J. Hudson:* „Kinetyka reakcji pierwotnych produktów radiolizy oktanolu z benzofenonem i ligandami z rodziny BT(B)P”

10.50-11.10 − *T. Strózik, M. Wolszczak, M. Hilczer:* „Radioliza wodnych roztworów porfiryn w obecności biocząsteczek”

11:10-11.40 Przerwa kawowa

Sesja III: Radiobiologia i radioterapia

przewodniczący: prof. dr hab. Antonina Cebulska-Wasilewska **SALA B**

11.40-12.00 − *D. Słonina, B. Biesaga, A. Janecka, D. Kabat, K. Bukowska-Strakova, A. Gasińska:* „Wpływ fazy G2 cyklu komórkowego na występowanie efektu nadwrażliwości na niskie dawki promieniowania jonizującego (HRS)”

12.00-12.20 − *I. Grądzka, B. Sochanowicz, S. Męczyńska-Wielgosz:* „Promieniouczulające działanie sprzężonego dienu kwasu linolowego (CLA) na komórki raka jelita, HT-29, poprzez zaburzenie sygnalizacji przeżycia”

12.20-12.40 − *U. Kaźmierczak, D. Banaś, J. Braziewicz, J. Choiński, J, Czub, M. Jaskóła, A. Korman, M. Kruszewski, A. Lankoff, H. Lisowska, A. Malinowska, Z. Szefliński, M. Wojewódzka:* „Weryfikacja dozymetryczna źródła pomiarów dawek ciężkich jonów ^{12}C dla badań radiobiologicznych”

12.40-13.00 − *K. Chełmiński, P. Sobotka, W. Bulski, M. Kuich, J. Rostkowska, A. Domański:* „Walidacja dozymetryczna systemów rekonstrukcji rozkładów dawki w weryfikacji IMRT”

Sesja IV: Chemia radiacyjna i fotochemia

przewodniczący: dr hab. inż. Jerzy L. Gębicki **SALA A**

11.40-12.00 − *E. Szajdzińska-Piętek, M. Steblecka, M. Wolszczak:* „Badania oddziaływania kwasu 1-pirenylosulfonowego z albuminą osocza krwi ludzkiej”

12.00-12.20 − *W. Głuszewski, Q.K. Tran, L. Cortella:* „Radiacyjna konserwacja obiektów o znaczeniu historyczny”

12.20-12.40 − *A. Konarska, M. Ambroziak, M. Wolszczak:* „Badania egzo- i endogennych białek dystrybuujących leki przeciwnowotworowe w organizmie”

12.40-13.00 − *K. Kosno, M. Celuch, I. Janik, D. Pogocki:* „Radioliza impulsowa wodnych roztworów nikotyny i jej związków modelowych”

13.00-14.00 Obiad

14.00-16.00 **Sesja plakatowa** **SALA C**

16.00-19.00 Wycieczka – Zagroda dla żubrów

III DZIEŃ – środa 25.09.2013

9.00-9.40 **Wykład plenarny z dziedziny: Radiobiologia i radioterapia**
przewodniczący: prof. dr hab. Marek K. Janiak **SALA A**

dr hab. Dorota Słonina: „Ryzyko nowotworów wtórnych po radioterapii"

Sesja V: Radiobiologia i radioterapia
przewodniczący: prof. dr hab. Marek K. Janiak **SALA A**

9.50-10.10 − *E. M. Nowosielska, A. Cheda, M. Wincenciak, J. Wrembel-Wargocka, M.K. Janiak:* „Wpływ skażenia wewnętrznego trytem na komórki nadzoru immunologicznego myszy C57BL/6 i BALB/c"

10.10-10.30 − *H. Lisowska, B. Fortuna, Ż. Fendrych, J. Nowakowska, M. Stankiewicz, A. Węgierek-Ciuk, J. Braziewicz, A. Wójcik, A. Lankoff:* "Wpływ hypotermii na poziom popromiennych uszkodzeń DNA i cykl komórkowy w komórkach HepG2 i A549"

10.30-10.50 − *J. Rogoliński, M. Konopacka, K. Ślosarek:* „Wpływ różnych mocy dawki na odpowiedź komórek napromienianych w warunkach radioterapii"

10.50-11.10 − *K. Sikorska, I. Buraczewska, I. Wasyk, T. Bartłomiejczyk, S. Sommer, A. Lankoff, M. Wojewódzka, M. Kruszewski:* „Szybka analiza dicentryków w celu oszacowania dawki pochłoniętej"

Sesja VI: Chemia radiacyjna i fotochemia
przewodniczący: prof. dr hab. Lidia Gębicka **SALA B**

9.50-10.10 − *D. Światła-Wójcik:* „Wpływ temperatury na kinetykę generowania wodoru w reakcji $H + H_2O(c) = OH + H_2$"

10.10-10.30 − *P. Wroński, M. Szadkowska-Nicze:* „Właściwości fizykochemiczne kompozytów TiO_2/SiO_2 napromienionych wiązką elektronów"

10.30-10.50 − *M. Ambroziak, A. Konarska, M. Wolszczak:* „Radioliza wybranych związków porfirytowych"

10.50-11.10 − *K. Skotnicki, J. de La Fuente, K. Bobrowski:* „Radioliza impulsowa pochodnych chinoksalin-2-onu"

11.10-11.40 Przerwa kawowa

Sesja VII: Radiobiologia i radioterapia
przewodniczący: dr hab. Anna Lankoff **SALA A**

11.40-12.00 − *A. Węgierek-Ciuk, H. Lisowska, A. Wójcik, P. Kędzierawski, A. Florek, S. Góźdź, A. Lankoff:* „Analiza promieniowrażliwości in vitro i in vivo limfocytów pacjentek z nowotworem szyjki macicy– korelacja z odczynami popromiennymi”

12.00-12.20 − *A. Krokosz, J. Grębowski, M. Wolszczak, A. Rodacka, M. Puchała:* „Wpływ promieniowania jonizującego na aktywność acetylocholinoesterazy erytrocytów człowieka w obecności fulerenolu C60(OH)36”

12.20-12.40 − *J. Grębowski, A. Krokosz, K. Szkopińska, M. Wolszczak, M. Puchała:* „Oddziaływanie nanocząstek fulerenolu na erytrocyty człowieka poddane działaniu elektronów o wysokich energiach”

12.40-13.00 − *K. Stępień, A. Wylazowska, A. Konarska, M. Wolszczak, A. Węgierek-Ciuk, M. Kruszewski, M. Wojewódzka, A. Lankoff*: “Wpływ wybranych protoberberyn na częstość popromiennych mikrojąder w komórkach HeLa”

Sesja VIII: Chemia radiacyjna i fotochemia

przewodniczący: dr hab. Grażyna Przybytniak **SALA B**

11.40-12.00 − *P. Meisner, J. L. Gębicki:* „Reakcje rodników nadtlenkowych z flawonoidami – eksperyment i symulacja kinetyczna”

12.00-12.20 − *M. Wójcik:* „Badania procesów rekombinacji elektronów w napromieniowanych cieczach niepolarnych”

12.20-12.40 − *M. Walo, G. Przybytniak:* „Biokompatybilizacja powierzchni poliuretanów za pomocą radiacyjnie inicjowanej polimeryzacji RAFT”

12.40-13.00 − *M. Celuch, K. Skotnicki, K. Bobrowski, A. Masłowska, J. Kisała, D. Pogocki:* „Wydajność chemoradiacyjna wodoru w roztworach wodnych w obecności nanocząstek tlenku cyrkonu”

13.00-14.00 Obiad

14.00-14.40 **Wykład plenarny z dziedziny: Telefonia komórkowa i promieniowanie elektromagnetyczne**

przewodniczący: prof. dr hab. inż. Roman Kubacki **SALA A**

dr hab. Marek Zmyślony: „Telefonia komórkowa – elektromagnetyczne zagrożenie zdrowia?”

Sesja IX: Telefonia komórkowa i promieniowanie elektromagnetyczne

przewodniczący: prof. dr hab. inż. Roman Kubacki **SALA A**

14.40-15.00 − *P. Politański:* „Pole elektromagnetyczne emitowane przez telefon komórkowy w kabinie kierowcy symulatora jazdy samochodem”

15.00-15.20 − *E. Rosiak, W. Stankiewicz, E. Sobiczewska, P. Sobiech, J. Kieliszek, L. Królicki:* „Genotoksyczny wpływ modulowanego impulsowo pola elektromagnetycznego 900 MHz na ludzkie limfocyty i ludzkie komórki nowotworowe w hodowlach in vitro”

15.20-15.40 − *R. Kubacki, K. Brzóska, I. Buraczewska, A. Lankoff, K. Sikorska, S. Sommer, M. Wojewódzka, M. Kruszewski, M. Wnuk:* „Wysokomocowe impulsy broni

elektromagnetycznej i ich skutki biologiczne”

15.40-16.00 − *J. Karpowicz, K. Gryz:* „Zagrożenia bezpieczeństwa w placówkach rezonansu magnetycznego w Polsce”

16.00-16.20 − *H. Aniołczyk, M. Mariańska, P. Mamrot:* „Pola elektromagnetyczne w środowisku współczesnego człowieka na przykładzie wielkiego miasta”

16.20-16.40 Przerwa kawowa

16.30 **Walne zebranie członków PTBR - termin I**

16.45-19.00 **Walne zebranie członków PTBR - termin II** **SALA A**

20.00-01.00 Uroczysta kolacja

IV DZIEŃ – czwartek 26.09.2013

9.00-9.40 **Wykład plenarny z dziedziny: Ochrona radiologiczna**
przewodniczący: dr Krzysztof A. Pachocki **SALA A**

dr Paweł Krajewski: „Ewolucja norm i przepisów ochrony radiologicznej po awarii elektrowni jądrowej Fukushima”

Sesja IX: Ochrona radiologiczna
przewodniczący: dr Paweł Krajewski **SALA A**

9.40-10.00 − *S. Sommer, M. Kruszewski, A. Chmielewski:* „Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie, jako jedna z organizacji wsparcia technicznego (TSO Technical Support Organization) dla programu rozwoju energetyki jądrowej w Polsce”

10.00-10.20 − *S. Papierz, Z. Kamiński, M. Adamowicz, J. Kacprzyk, M. Zmyślony:* „Zawodowe narażenie na promieniowanie rentgenowskie w Polsce (według danych Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi)”

10.20-10.40 − *K.A. Pachocki, A. Sackiewicz-Słaby:* „Medycyna nuklearna w Polsce”

10.40-11.00 − *M. Adamowicz, S. Papierz, J. Kacprzyk, Z. Kamiński, M. Zmyślony:* „Dozymetria środowiskowa – gdzie i jak?”

11.00-11.30 Przerwa kawowa

11.30-13.00 **Prezentacja nagrodzonych plakatów oraz zakończenie Zjazdu** **SALA A**

XVI Zjazd

Polskiego Towarzystwa Badań Radiacyjnych

im. Marii Skłodowskiej-Curie

Sesje Plakatowe Zjazdu

Białowieża, 23-26 września 2013

SESJA PLAKATOWA 1 „RADIOBIOLOGIA I RADIOTERAPIA”

P-01 PROMIENIOUCZULAJĄCY WPŁYW NANOCZĄSTEK SREBRA NA LUDZKIE KOMÓRKI NOWOTWOROWE A549 I HEPG2
Teresa Bartłomiejczyk, Iwona Grądzka, Marcin Kruszewski

P-02 AUDYTY DOZYMETRYCZNE W ZAKŁADACH RADIOTERAPII W POLSCE
Wojciech Bulski, Joanna Rostkowska, Krzysztof Chełmiński

P-03 WPŁYW RESWERATROLU NA CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA USZKODZEŃ DNA W KOMÓRKACH SOMATYCZNYCH NAPROMIENIANYCH MYSZY
Małgorzata M. Dobrzyńska, Aneta Gajowik, Joanna Radzikowska

P-04 ZNACZENIE PROGNOSTYCZNE EKSPRESJI BIAŁKA BCL-2 I P53 DLA WCZESNEJ ODPOWIEDZI RAKA ODBYTNICY NA PRZEDOPERACYJNE NAPROMIENIANIE
Anna Gasińska, Beata Biesaga, Agnieszka Adamczyk, Joanna Niemiec, Zbigniew Darasz, Krzysztof Małecki

P-05 AKTYWNOŚĆ WCZESNEGO PUNKTU KONTROLNEGO FAZY G2 W FIBROBLASTACH HRS-POZYTYWNYCH I HRS-NEGATYWNYCH
Dorota Słonina, Anna Gasińska, Anna Janecka, Beata Biesaga, Damian Kabat

P-06 WPŁYW WARUNKÓW RADIOTERAPII NA ODPOWIEDŹ BIOLOGICZNĄ KOMÓREK PRAWIDŁOWYCH I NOWOTWOROWYCH
Maria Konopacka, Jacek Rogoliński, Krzysztof Ślosarek

P-07 DOSE-MATIC: PROGRAM KOMPUTEROWY DLA DOZYMETRII BIOLOGICZNEJ I BADAŃ BIOMONITORINGOWYCH
Maciej Janowicz, Iwona Buraczewska, Marcin Kruszewski, Sylwester Sommer, Iwona Wasyk, Maria Wojewódzka, Anna Lankoff

P-08 NANOCZĄSTKI SREBRA HAMUJĄ POPROMIENNĄ NAPRAWĘ DNA W KOMÓRKACH HEPG2
Sylwia Męczyńska-Wielgosz, Maria Wojewódzka, Anna Lankoff, Teresa Iwaneńko, Marcin Kruszewski

P-09 WPŁYW ANIONORODNIKA PONADTLENKOWEGO NA ZMIANY FUNKCJONALNE I STRUKTURALNE DEHYDROGENAZY ALDEHYDU 3-FOSFOGLICERYNOWEGO I DEHYDROGENAZY MLECZANOWEJ
Aleksandra Rodacka, Julita Rochowiak, Joanna Strumiłło, Mieczysław Puchała

P-010 WPŁYW RESWERATROLU NA KOMÓRKI NERWIAKA PŁODOWEGO (NEURO-2A) W WARUNKACH STRESU OKSYDACYJNEGO
Aleksandra Rodacka, Joanna Gerszon, Joanna Strumiłło, Mieczysław Puchała

P-011 ^{1}H NMR ŻYWYCH KOMÓREK C6 GLEJAKA SZCZURZEGO – METABOLICZNA ODPOWIEDŹ NA NAPROMIENIENIE
Maria Sokół, Łukasz Matulewicz

P-012 WPŁYW RESWERATROLU I JEGO POCHODNYCH NA FUNKCJĘ I STRUKTURĘ DEHYDROGENAZY ALDEHYDU 3-FOSFOGLICERY-NOWEGO W WARUNKACH STRESU OKSYDACYJNEGO
Joanna Strumiłło, Aleksandra Rodacka, Mieczysław Puchała

P-013 AUTOMATYCZNY TEST MIKROJĄDROWY W KOMÓRKACH LUDZKIEJ OSTEOSARKOMY I LIMFOCYTACH KURZYCH
Iwona Wasyk, Iwona Buraczewska, Anna Lankoff, Sylwester Sommer, Maria Wojewódzka, Marcin Kruszewski

P-014 BIOLOGICZNE DZIAŁANIE MIESZANYCH WIĄZEK PROMIENIOWANIA O WYSOKIM I NISKIM LINIOWYM PRZEKAZYWANIU ENERGII
Andrzej Wójcik, Elina Staaf, Alice Sollazzo, Siamak Haghdoost, Piotr Urbański, Sander Nieevart, Joanna Czub, Halina Lisowska, Janusz Braziewicz

P-015 PENTAPEPTYDOWA POCHODNA DTPA ZNAKOWANA IZOTOPEM LUTETU-177 I JEJ POTENCJALNE ZASTOSOWANIE W DIAGNOSTYCE I TERAPII ANTYNOWOTWOROWEJ
Grzegorz Wójciuk, Karolina Wójciuk, Marcin Kruszewski

P-016 WŁAŚCIWOŚCI NOWYCH PEPTYDOWYCH NOŚNIKÓW IZOTOPU JODU-131
Karolina Wójciuk, Grzegorz Wójciuk, Marcin Kruszewski

SESJA PLAKATOWA 2 „CHEMIA RADIACYJNA I FOTOCHEMIA"

P-017 RADIACYJNA MODYFIKACJA ELASTOMERÓW
Wojciech Głuszewski, Maria Rajkiewicz, Zbigniew. P. Zagórski

P-018 RADIACYJNA KONSERWACJA OBIEKTÓW O ZNACZENIU HISTORYCZNY
Wojciech Głuszewski, Quoc Khoï Tran, Laurent Cortella

P-019 WPŁYW PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO NA ŻYCIE NA ZIEMI - KORZYŚCI I ZAGROŻENIA
Ewa Maria Kornacka, Zbigniew Paweł Zagórski

P-020 SPEKTROMETR RUCHLIWOŚCI JONÓW (IMS) Z RADIOAKTYWNYM ŹRÓDŁEM JONIZACJI
Karol Wnorowski, Bartosz Michalczuk, Antoni Jówko, Wiesława Barszczewska

P-021 CENTRA PARAMAGNETYCZNE GENEROWANE RADIACYJNIE W SITACH MOLEKULARNYCH TYPU TiAlMCM – BADANIA Z WYKORZYSTANIEM TECHNIKI EPR
Anna Bugaj, Jarosław Sadło, Marcin Sterniczuk, Grażyna Strzelczak, Jacek Michalik

P-022 RADIOLIZA IMPULSOWA Z WIELOKĄTOWĄ DETEKCJĄ ŚWIATŁA ROZPROSZONEGO - KONCEPCJA I PROTOTYP
Sławomir Kadłubowski, Radosław Wach, Piotr Ulański, Janusz M. Rosiak

SESJA PLAKATOWA 3 „TELEFONIA KOMÓRKOWA I PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE"

P-023 PRZEGLĄD ŹRÓDEŁ PEM Z ZAKRESU CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWYCH (0,30-3000 MHZ) MAJĄCYCH WPŁYW NA WARUNKI ŚRODOWISKA PRACY
Halina Aniołczyk, Paweł Mamrot, Magda Mariańska

P-024 NOWE POTRZEBY I MOŻLIWOŚCI W METROLOGII POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W ZAKRESIE BARDZO WYSOKICH CZĘSTOTLIWOŚCI (POWYŻEJ 40GHZ)
Paweł Bieńkowski

P-025 OGRANICZENIE W BADANIACH ŚRODOWISKOWYCH NIEPEWNOŚCI WYNIKÓW OCENY NARAŻENIA NA RADIOFALOWE PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE Z WYKORZYSTANIEM EKSPOZYMETRÓW
Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz, Wiesław Leszko, Patryk Zradziński

P-026 BEZPOŚREDNIE I POŚREDNIE ZAGROŻENIA ELEKTROMAGNETYCZNE PRZY EKSPLOATACJI URZĄDZEŃ FIZYKOTERAPEUTYCZNYCH
Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz, Wiesław Leszko, Patryk Zradziński

P-027 OCENA ZAGROŻEŃ ELEKTROMAGNETYCZNYCH ZWIĄZANYCH WYKORZYSTANIEM DIATERMII CHIRURGICZNYCH
Jolanta Karpowicz, Krzysztof Gryz, Wiesław Leszko, Patryk Zradziński

P-028 ODDZIAŁYWANIE PÓL ELEKTRYCZNYCH CZĘSTOTLIWOŚCI PRZEMYSŁOWEJ NA MIERNIKI ELEKTROMAGNETYCZNEGO PROMIENIOWANIA RADIOFALOWEGO
Jolanta Karpowicz, Krzysztof Gryz, Wiesław Leszko

P-029 ZAGROŻENIA ELEKTROMAGNETYCZNE ZWIĄZANE Z UŻYTKOWANIEM ŁĄCZNOŚCI BEZPRZEWODOWEJ PRZEZ PRACOWNIKÓW SŁUŻB RATUNKOWYCH I MUNDUROWYCH
Wiesław Leszko, Patryk Zradziński, Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz

P-030 WPŁYW PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH ELEKTROENERGETYCZNYCH LINII PRZESYŁOWYCH NA SKŁAD BOTANICZNY ROŚLINNOŚCI
Małgorzata Rochalska, Łukasz Klatka

P-031 OCENA SAR W CIELE UŻYTKOWNIKÓW PRZENOŚNYCH URZĄDZEŃ PRACUJĄCYCH W KONWENCJONALNYM I TRANKINGOWYM SYSTEMIE ŁĄCZNOŚCI BEZPRZEWODOWEJ
Patryk Zradziński, Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz, Wiesław Leszko

SESJA PLAKATOWA 4 „OCHRONA RADIOLOGICZNA”

P-032 PROBLEMY POMIAROWE PODCZAS REALIZACJI TESTÓW SPECJALISTYCZNYCH APRARTURY RENTGENOWSKIEJ NA PODSTAWIE WYNIKÓW BADAŃ PORÓWNAWCZYCH
Marcin Brodecki, Andrzej Bednarek, Przemysław Janiak, Marek Zmyślony

P-033 OCENA DAWKI MAKSYMALNEJ NA SKÓRĘ U PACJENTÓW PODDANYCH ZABIEGOM Z ZAKRESU KARDIOLOGII I RADIOLOGII INTERWENCYJNEJ
Joanna Domienik, Marek Zmyślony, Andrzej Korejwo

P-034 OCENA NARAŻENIA ZAWODOWEGO PRACOWNIKÓW ZAKŁADÓW MEDYCYNY NUKLEARNEJ W POLSCE
Grażyna Krajewska, Krzysztof A. Pachocki

P-035 ZAGROŻENIE RADONEM PRACOWNIKÓW PODZIEMNYCH TRAS TURYSTYCZNYCH W POLSCE
Jerzy Olszewski, Katarzyna Walczak

P-036 RENTGENOWSKIE BADANIA DIAGNOSTYCZNE NA TERENIE WOJEWÓDZTWA MAZOWIECKIEGO
Marcin Bekas, Krzysztof A. Pachocki

P-037 BADANIE STĘŻENIA GAZU PROMIENIOTWÓRCZEGO RADONU ^{222}RN W POWIETRZU GLEBOWYM ORAZ JEGO EKSHALACJA Z GRUNTU NA TERENIE POGÓRZA ŚWIĘTOKRZYSKIEGO
Krzysztof A. Pachocki, Marcin Bekas, Kamil Wieprzowski

P-038 STAN TECHNICZNY STOMATOLOGICZNYCH APARATÓW RENTGENOWSKICH NA TERENIE WOJEWÓDZTWA MAZOWIECKIEGO
Marcin Bekas, Andrzej Magiera, Krzysztof A. Pachocki

P-039 OPTYMALIZACJA PARAMETRÓW PROCEDURY OZNACZANIA CAŁKOWITEJ AKTYWNOŚCI BETA W WODACH O RÓŻNEJ MINERALIZACJI
Kamil Wieprzowski, Krzysztof A. Pachocki, Marcin Bekas, Zdzisław Różycki

P-040 ROZMIESZCZENIE WYBRANYCH IZOTOPÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH W OSADACH DENNYCH BAŁTYKU POŁUDNIOWEGO, 2011-2012
Maria Suplińska, Adam Adamczyk

P-041 SZACOWANIE DAWEK EFEKTYWNYCH POCHODZĄCYCH OD RADONU W WYBRANYCH PLACÓWKACH GEOTERMALNYCH SPA NA PODSTAWIE INFORMACJI O STĘŻENIACH RADONU
Katarzyna Walczak, Marek Zmyślony

XVI Zjazd

Polskiego Towarzystwa Badań Radiacyjnych

im. Marii Skłodowskiej-Curie

Streszczenia
Doniesień Zjazdowych

Białowieża, 23-26 września 2013

NISKIE DAWKI I MOCE DAWEK, POLA MIESZANE I INNE NIEWYGODNE PYTANIA W DZIEDZINIE OCHRONY RADIOLOGICZNEJ

Andrzej Wójcik

Stockholm University, Stockholm;
Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce

Dziedzina badań radiacyjnych jest unikatową gałęzią nauki, ściśle łączącą fizykę, chemię, biologię i medycynę. Poza aspektem czysto poznawczym, ważnym celem badań radiacyjnych jest ocena ryzyka kancerogennego wynikającego z narażenia człowieka na promieniowanie. W czasach, kiedy w wielu krajach energetyka jądrowa wydaje się odchodzić w przeszłość, cel ten może wydawać się anachronizmem. Jednak wbrew pozorom, narażenie ludzi na promieniowanie jonizujące ciągle rośnie, głównie dzięki szerokiemu zastosowaniu promieniowania w medycynie.

Głównym źródłem wiedzy na temat kancerogennego działania promieniowania jonizującego jest wynik badania osób, które przeżyły wybuchy bomb atomowych w Hiroszimie i Nagasaki – tzw. badanie LSS (life span study). Na podstawie danych z LSS ustalane są limity dawek dla narażenia zawodowego i cywilnego. Ze względu na różnice pomiędzy promieniowaniem z bomby atomowej a promieniowaniem naturalnym i zawodowym, dotyczące mocy dawki oraz składu wiązki promieniowania, wybór LSS jako referencyjnej bazy danych nie jest szczęśliwy i wynika głównie z wielkości kohorty LSS, bardzo dokładnej dozymetrii oraz - braku lepszej bazy danych. Wielkość kohorty (około 85 tys ludzi) powoduje, że poziom skutków promieniowania poniżej 100 mSv (dawka równoważna) nie różni się od poziomu w grupie kontrolnej. Nie znaczy to jednak, że skutków tych nie ma. Raczej stoimy w obliczu ograniczeń poznawczych badań epidemiologicznych.

Dla szacowania poziomu ryzyka po narażeniu na niskie dawki promieniowania i promieniowanie o niskiej mocy dawki Międzynarodowy Komitet Ochrony Radiologicznej (ICRP) zaleca stosowanie czynnika korygującego - DDREF (dose and dose rate effectiveness factor) - którego wartość wynosi 2. Badania na zwierzętach pokazują bowiem, że poziom ryzyka w zakresie niskich dawek i niskich mocy dawki jest o połowę niższy niż wynika z prostej ekstrapolacji z zakresu wysokich dawek w badaniu LSS.

Zasadność czynnika DDREF jest obecnie dyskutowana i oleju do ognia dolał niedawny raport WHO dotyczący skutków narażenia ludności japońskiej na promieniowanie z awarii w Fukushimie-Daiichi, gdzie przyjęto wartość DDREF = 1. Czy stosowanie DDREF jest uzasadnione? Co wynika z badań nad wpływem promieniowania o niskiej mocy dawki na częstość mutacji w komórkach ludzkich? Co wiemy na temat efektów narażenia na zmieniające się moce dawek, jak w przypadku zbliżania się do lub oddalania od źródła promieniowania? A jaki wpływ ma narażenie na pola mieszane, kiedy komórki są równocześnie uszkadzanie przez promieniowanie o różnej jakości? Czy wyniki badań prowadzonych na komórkach mogą mieć wpływ na ocenę ryzyka promieniowania jonizującego?

Celem wykładu nie jest podanie odpowiedzi na zadane pytania, lecz pokazanie złożoności problemu oceny ryzyka promieniowania jonizującego, zwłaszcza w zakresie niskich dawek i niskich mocy dawki.

Badania finansowane przez szwedzki Urząd Ochrony Radiologicznej - SSM.

RADIATION CHEMISTRY APPLIED TO RADICAL PROCESSES IN PEPTIDES AND PROTEINS

Krzysztof Bobrowski

Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warsaw

Radiation chemistry techniques, i.e. pulse and γ-radiolysis, are very valuable and powerful tools by which fundamental problems in free radical reaction mechanisms can be addressed. The important role of free radicals in biology and life sciences is now beyond any questioning. In the past few years, a significant progress has been made in the recognition and understanding of the structure and reaction mechanisms of sulfur-centered radicals and long-range intramolecular electron transfer (LRIET) processes induced in peptides and proteins.

In the first part of this talk selected examples will be presented that include radical processes connected with the stabilization of sulfur-centered radical cations and their further reactions in model and natural peptides. There is unambiguous theoretical and experimental evidence that sulfur radical cations (R2S+•) can be stabilized through intramolecular complexation with nucleophiles that are present in neighboring groups. Reactions of this type are of special interest to biology when stabilization of R2S+• derived from methionine (Met), Met(>S+•) occurs in peptides and proteins. The Met residues in these biopolymers are susceptible to attack by Reactive Oxygen Species during oxidative stress and biological aging. Moreover, the pathogenesis of some neurodegenerative diseases (Alzheimer's or Jacob-Creutzfeld's) seems to be strongly linked to the presence in brain tissue either of β-amyloid peptide (β-AP) or human prion protein (hPrP), respectively. The progress of these reactions in real biological systems like proteins is rather difficult to unravel in vivo because of the complexity of the chemical environment. By investigating the time-development of radicals and radical-ions following pulse radiolysis coupled to time-resolved UV-vis spectroscopy and conductivity detection in model peptides it was possible to demonstrate 2c-3e sulfur-oxygen and sulfur-nitrogen bonds formation between Met(>S+•) and heteroatoms located in the adjacent peptide bonds.

The second part will address an important contribution of radiation chemistry in understanding LRIET processes in specifically modified synthetic peptides, with a controlled conformational rigidity and geometry, and native peptides (enkephalins) and proteins (lysozyme). These studies were focused on identification of transients and directed to understanding electron transfer pathways. Since these processes proceed on the ground-state potential energy surfaces, the pulse radiolysis is an effective and unique tool for these studies by generating the electron donor-acceptor complexes. The following radical transformations involving LRIET between side-chains of amino acid residues have been induced and observed by means of pulse radiolysis: Trp/N• → Tyr/O•, Met/S∴Br → TyrO•, Met/S∴Br →Trp/N•, Met/S+• →Tyr/O• and Met/S∴OH →Tyr/O• by applying peptides with either flexible or conformationally rigid oligoproline bridges.

RADIATION CHEMISTRY APPLIED TO PROBLEMS OF RADIOBIOLOGY

Peter Wardman

formerly of the Gray Cancer Institute, University of Oxford, Oxford

Experimental findings of substantial modification of radiosensitivity by chemicals which are either ‘electron-affinic’ oxidants or good electron donors or reductants have led to widespread investigations seeking to apply such chemical modifiers for therapeutic gain. Equally, chemicals which modify radiosensitivity offer experimental tests against which putative pathways for damage can be assessed. A major contribution of radiation chemistry was its application to establishing a reliable scale of both electron affinity and reductant ‘pecking order’ for radical reactions, enabling quantitative prediction of radiosensitization efficiency and of dose-limiting toxicity, as well as demonstrating the potential for linking antioxidants in reaction ‘cascades’. However, focusing on a single chemical property can mislead, since chemicals can have more than one functional property and changes in one property can be linked to another. Further, when testing the effects of chemicals using standard in vitro methods, there is usually a vast reservoir of chemical added compared to reactive targets, which can lead to widely misleading results that might never be replicated in vivo. Radiation chemistry, with its emphasis on the rates of reactions of reactive radicals, coupled to kinetic analysis, has proven valuable when linked to radiobiological studies which reveal the timescale of biological effects.. Free radical chemistry is also key to some cellular processes not involving radiation directly, notably oxidative and nitrosative stress and the chemistry of tumour-associated macrophages. Such stress processes may modulate the pool of radioprotective antioxidants, or alter radiosensitivity in more complex pathways such as those involved in signal transduction, and there is increasing appreciation that an understanding of redox processes in radiobiology must include areas beyond the initial chemistry of ‘lesions’. Late effects, in particular, seemed linked in some way to oxidative stress processes occurring long after radiation treatment. Chemical probes for oxidative and nitrosative stress have been developed that appear convenient and attractive in use but are prone to artifacts, since some probes may themselves stimulate production of the species putatively measured, or the signal reflects the availability of a catalyst rather than the radical flux. In all these aspects of redox processes relevant to radiobiology, the rates of competing pathways control outcome, and the application of chemical kinetics using well- established radiation-chemical methods is central to a successful appreciation of the mechanisms involved.

FIZYKOCHEMICZNE I STRUKTURALNE EFEKTY RADIACYJNE W POLIMERACH

Grażyna Przybytniak

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa

Chemia radiacyjna ciała stałego w znacznym stopniu odnosi się do inicjowanych promieniowaniem jonizującym procesów zachodzących w polimerach. Zainteresowanie tą grupą związków jest podyktowane zastosowaniem w przetwórstwie tworzyw sztucznych technologii radiacyjnych dynamicznie rozwijających się w drugiej połowie ubiegłego wieku.

Systematyczny rozwój badań procesów inicjowanych promieniowaniem jonizującym wynika z różnorodności efektów radiacyjnych w polimerach, które zależą nie tylko od budowy chemicznej makrocząsteczek, lecz również od morfologii materiału, oraz obecności dodatków poprawiających walory użytkowe tworzyw sztucznych, w tym plastyfikatorów, stabilizatorów, antyutleniaczy, antystatyków, środków nukleujących, itp. Opracowywanie nowoczesnych materiałów polimerowych, np. nanokompozytów, polimerów blokowych czy wieloskładnikowych materiałów konstrukcyjnych, implikuje konieczność podejmowania coraz to nowych badań w tym zakresie, oraz prób usystematyzowania i uogólnienia posiadanej już wiedzy. Z tego punktu widzenia chemia radiacyjna polimerów tworzy pomost między badaniami podstawowymi, rozwojowymi i aplikacyjnymi w odniesieniu do nowoczesnych materiałów polimerowych modyfikowanych za pomocą wysokoenergetycznego promieniowania. Obecnie przedmiotem zainteresowania są procesy radiacyjnego sieciowania, w tym sieciowania wspomaganego termicznie i za pomocą czynników chemicznych, radiacyjnie indukowane utwardzanie, pękanie łańcuchów makrocząsteczek czy też ich utlenianie oraz polimeryzacja inicjowana szczepieniem radiacyjny.

Należy oczekiwać, że prowadzone w przyszłości prace będą ukierunkowanie na poszukiwanie związków między procesami indukowanymi radiacyjnie, mikrostrukturą polimerów, a ich właściwościami makroskopowymi. W związku z tym, że ekspozycja na promieniowanie jonizujące stanowi atrakcyjną alternatywę dla technik konwencjonalnych, zagadnienia badawcze podejmowane w przyszłości determinowane będą w dużym stopniu przez względy praktyczne, w tym stosowanie tworzyw sztucznych i ich kompozytów w coraz to nowych dziedzinach. Jednak w przeciwieństwie do początków chemii radiacyjnej, kiedy to wyniki badań wdrażano w wielkotonażowej produkcji wyrobów wykonanych z tworzyw sztucznych (kable elektryczne, rury i taśmy termokurczliwe, opony, utwardzanie powierzchni, itp.), obecnie proponowane rozwiązania dotyczą w głównej mierze wysokoprzetworzonych, innowacyjnych, wysokiej jakości produktów, lecz wytwarzanych w mniejszej skali, takich jak wyroby medyczne specjalnego przeznaczenia, membrany, absorbery, układy do kontrolowanego uwalniania leków, itp.

RYZYKO NOWOTWORÓW WTÓRNYCH PO RADIOTERAPII

Dorota Słonina

Centrum Onkologii, Oddział w Krakowie, Kraków

Ponad 90% nowotworów wtórnych występujących po radioterapii (RT) jest konsekwencją dłuższego czasu przeżycia chorych po skutecznym leczeniu nowotworu pierwotnego. Ryzyko wystąpienia nowotworów wtórnych po RT zależy od dawki i mocy dawki, rozkładu dawki, napromienianej objętości, techniki radioterapii, rodzaju tkanki i narządu. Istotnymi czynnikami niezwiązanymi z RT są także wiek chorego w trakcie leczenia, styl życia oraz predyspozycje genetyczne. Ze względu na wpływ tych czynników najlepszym sposobem oszacowania kancerogennego wpływu radioterapii jest porównanie grupy chorych leczonych promieniowaniem z grupą kontrolną, czyli chorymi na taki sam typ nowotworu, ale leczonymi tylko chirurgicznie, albo chirurgicznie i RT (możliwe w przypadku chorych na raka szyjki macicy i raka stercza).

Na podstawie dotychczasowych badań klinicznych stwierdzono, że:

1. Większość nowotworów wtórnych po RT występuje w narządach położonych w regionie wysokich dawek (PTV).
2. Rodzaje nowotworów wtórnych po RT różnią się od tych występujących u ofiar ataków nuklearnych na Hiroszimę i Nagasaki.
3. Ryzyko nowotworów wtórnych zależy od lokalizacji nowotworu pierwotnego.
4. Ryzyko względne nowotworów wtórnych zależy od narządu; tarczyca jest organem szczególnie wrażliwym na kancerogenny wpływ promieniowania, zwłaszcza u dzieci.
5. Ryzyko nowotworów wtórnych zależy od wieku chorego w czasie leczenia: dzieci bardziej wrażliwe (ok. 5x) na kancerogenny efekt promieniowania niż dorośli.
6. Chemioterapia zwiększa ryzyko nowotworów wtórnych po RT, zwłaszcza u dzieci.
7. Ryzyka względne nowotworów wtórnych uzyskane z badań klinicznych są niższe niż te wynikające z badań żyjących ofiar ataków nuklearnych na Hiroszimę i Nagasaki.
8. Nowotwory wtórne obserwuje się w tkankach, które otrzymały dawkę skumulowaną >2 Gy (próg dla dawki frakcyjnej ok. 150 mGy), chociaż u dzieci raki tarczycy i piersi obserwowane są po dawkach 100 mGy.
9. Ryzyko nowotworów wtórnych po RT dla najczęściej występujących nowotworów u dorosłych (rak szyjki macicy, rak stercza) wynosi <1%.
10. Ryzyko zgonu z powodu wznowy nowotworu pierwotnego kilka lat po RT jest znacznie wyższe niż ryzyko pojawienia się nowotworu wtórnego 10 - 20 lat później.
11. Ryzyko nowotworów wtórnych po RT nie powinno być szacowane w oparciu o modele matematyczne stosowane w ochronie radiologicznej.
12. W trakcie wykładu zostanie omówione również ryzyko występowania nowotworów wtórnych w zależności od technik radioterapii np. IMRT.

TELEFONIA KOMÓRKOWA – ELEKTROMAGNETYCZNE ZAGROŻENIE ZDROWIA?

Marek Zmyślony

Instytut Medycyny Pracy, Łódź

Wraz z rozwojem technik wykorzystujących pola elektromagnetyczne (PEM) wzrasta narażenie społeczeństwa na ten czynnik - w wystąpieniu przedstawiono m.in. podstawowe informacje o wartościach PEM jakie występują zarówno dla populacji generalnej jak i eksponowanej zawodowo. Od wielu lat (od początku lat 70. ubiegłego wieku) ekspozycja na PEM podlega ograniczeniom – dotyczy to zarówno ekspozycji zawodowej jak i komunalnej (przedstawiono podstawowe informacje na temat poziomów dopuszczalnych w Polsce i UE). Spowodowane jest to przede wszystkim wynikami badań eksperymentalnych i rozważaniami teoretycznymi wskazującymi, że PEM może powodować negatywne skutki biologiczne, a nawet zdrowotne. O ile dla pól o bardzo wysokich wartościach pogląd taki jest powszechnie akceptowany, o tyle dla pól o wartościach spotykanych w warunkach środowiskowych wśród specjalistów trwają kontrowersje. W wystąpieniu przedstawiono aktualny stan wiedzy na ten temat – teoretyczne koncepcje uzasadniające możliwość działania biologicznego i zdrowotnego (ze szczególnym uwzględnieniem działania oksydacyjnego), wyniki badań doświadczalnych (w tym badań prowadzonych w Instytucie Medycyny Pracy w Łodzi) oraz badań epidemiologicznych (głównie związku ryzyka zachorowania na nowotwory z PEM emitowanymi przez linii elektroenergetyczne i urządzenia telefonii komórkowej, które stały się powodem uznania przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem tego czynnika za przypuszczalnie rakotwórczy dla ludzi).

EWOLUCJA NORM I PRZEPISÓW OCHRONY RADIOLOGICZNEJ PO AWARII ELEKTROWNI JĄDROWEJ FUKUSHIMA DAIICHI

Paweł Krajewski

Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Warszawa

Minęły już ponad dwa lata od tragedii, do jakiej doszło u wschodnich wybrzeży japońskiej wyspy Honsiu, gdzie w odległości ok. 130 km od wyspy doszło do rekordowego silnego trzęsienia ziemi, a w jego następstwie do powstania olbrzymiej fali tsunami. W rejonie kataklizmu było pięć japońskich elektrowni jądrowych, z których cztery przetrwały bez poważnych uszkodzeń, natomiast w trzech blokach EJ Fukushima Daiichi doszło do przegrzania rdzeni reaktorów a w konsekwencji do wzrostu ciśnienia w obudowie bezpieczeństwa, wytworzeniu i wybuchowej reakcji wodoru z tlenem zawartym w powietrzu. Nastąpiło uwolnienie produktów rozszczepienia do atmosfery i lokalne wysokie skażenie gruntu o zasięgu około 20 km. Wypadek ten miał poważne następstwa ekonomiczne i polityczne: ewakuacja ludności z obszaru o promieniu 20 km od Fukushima Dai-ichi oraz ustalenie tzw. strefy ukrycia (sheltering) w promieniu 20-30 km, wyłączenie w Japonii wszystkie 50 komercyjnych reaktorów jądrowych, przeprowadzenie testów wytrzymałościowych („stress-testy”) elektrowni jądrowych w Unii Europejskiej, Szwajcarii, na Ukrainie, w USA, Chinach i Korei Południowej i wycofanie się Niemiec z programu jądrowego. Według komisarza Unii Europejskiej ds. energii Guenther Oettingera, wdrożenie rekomendacji z testów ma kosztować kraje UE około 20 mld euro.

Awaria EJ Fukushima Daiichi zapoczątkowała też wzmożoną aktywność licznych organizacji międzynarodowych i uznanych pozarządowych organów doradczych i dozoru jądrowego jak np. MAEA, WHO, OECD/NEA, Komitet UNSCEAR, NRC, IRSSN czy WENRAM, gdzie na licznych konferencjach i spotkaniach roboczych stawiano postulaty ciągłego wzmocnienia bezpieczeństwa jądrowego, lepszego przygotowania do reagowania na zdarzenia radiacyjne oraz poprawy poziomu ochrony radiologicznej ludności i środowiska na całym świecie. M.in. jako wniosek konferencji Ministerialnej w sprawie Bezpieczeństwa Jądrowego (MAEA w czerwcu 2011 roku), powstał 12 punktowy Projekt Planu Działania, obejmującego wszelkie istotne aspekty dotyczące wzmocnienia bezpieczeństwa jądrowego w kontekście zaistniałej awarii. W krajach członkowskich UE planowana jest nowelizacja dyrektywy bezpieczeństwa jądrowego (projekt z 13 czerwca 2013) oraz wdrożenie nowej Dyrektywy Basic Safety Standards. Szczególnie ta ostatnia Dyrektywa w oparciu o ostatnie rekomendacje ICRP 103, (2008), ICRP 109 (2009), ICRP 111 (2011) ma wprowadzić „spójny system ochrony radiologicznej” dla wszystkich warunków narażenia tzn. tzw. OIL - planowane, wyjątkowe i istniejące (zastane). Dyrektywne będzie wymaganie stosowania optymalizacji ochrony i bezpieczeństwa oraz konieczność przeprowadzenia rachunku niepewności oceny dawek. Nie przewiduje się zmian tzw. poziomów referencyjnych, chociaż uszczegółowione i zaostrzone mają być tzw. OILs (Operacyjne Poziomy Interwencyjne). Wnioski ostatniego raportu NEA/CRPPH/2013/2 pt. “Discussion on Implementation of ICRP Recommendations Concerning Reference Levels and Optimisation”, nie są optymistyczne – przeprowadzona w krajach członkowskich ankieta wykazała, że ich zdecydowana większość jest “still early” i nie jest gotowa do wdrożenia nowej Dyrektywy BSS oraz że występują znaczne rozbieżności interpretacyjne i aplikacyjne. Cytując wniosek w/w ankiety „The full implementation will take some time”.

WPŁYW ENDOGENNYCH I EGZOGENNYCH UWARUNKOWAŃ NA ZRÓŻNICOWANĄ NISKIMI I WYSOKIMI DAWKAMI ^{131}I ODPOWIEDŹ KOMÓRKOWĄ LIMFOCYTÓW

Antonina Cebulska-Wasilewska[1], Zbigniew Drąg[2], Mateusz Krzysiek[1], Artur Stępień[3]

[1]*Instytut Fizyki Jądrowej, Polska Akademia Nauk, Kraków;*
[2]*Instytut Socjologii, Uniwersytet Jagielloński, Kraków;*
[3]*NZOZ MCD,VOXEL,PET-TK-MR Center, Krakow*

W sytuacji potencjalnych zagrożeń wypadkowych względnie masowej wypadkowej ekspozycji na promieniowanie jonizujące, niezwykle cennym jest posiadanie metody, która pozwala na szybkie przesiewowe badanie populacji eksponowanej w celu wskazania osób najbardziej zagrożonych, którzy w pierwszej kolejności powinni być przebadani czasochłonną techniką cytogenetyki klasycznej. Rezultaty wcześniejszych badań sugerowały możliwość zastosowania techniki kometowej w dozymetrii biologicznej wykazując w badaniach in vitro wysoką korelację pomiędzy techniką kometową pomiaru uszkodzeń DNA, a klasyczną cytogenetyką (CA, MN, FISH). Identyfikacja w środowisku jodu promieniotwórczego może być sygnałem awarii elektrowni lub wybuchu jądrowego, natomiast Jod-131, jako jeden z radioizotopów jodu, ma szerokie zastosowanie zarówno w diagnostyce jak i terapii chorób tarczycy. W niniejszej pracy przedstawiono analizę rezultatów badań monitorujących u ludzi poziomy biomarkerów molekularnych i cytogenetycznych, mierzonych w próbkach krwi obwodowej pobieranej w trzech grupach osób; kontrolnej oraz eksponowanej na niskie (diagnostyczne) oraz wysokie dawki 131I (terapeutyczne), przed i po zastosowaniu dawki pobudzającej promieniowania X. Analizę prowadzono w kontekście oceny wpływu osobniczej podatności, powiązanej przyczynowo z czynnikami endogennymi (zależnymi od uwarunkowań genetycznych takich jak płeć, lub dziedziczona predyspozycja do nowotworów) i egzogennymi (takimi jak np. palenie papierosów, ekspozycje zawodowe), na indywidualną odpowiedź komórkową, jak wykazały rezultaty badań, odmienną w rejonie niskich i wysokich dawek promieniowania. Rozważono różne mechanizmy naprawy uszkodzeń radiacyjnych w tym homologicznej rekombinacji w szczególności, oraz przedstawiono ograniczenia ewentualnych zastosowań klasycznej cytogenetyki do szybkich badań przesiewowych.

Literatura

[1] Cebulska-Wasilewska A. et al, 2011, J. of Radiation Industry, 5(4), 331-335.

PROGNOSTYCZNE ZNACZENIE WYBRANYCH CECH BIOLOGICZNYCH RAKA PIERSI DLA UZUPEŁNIAJĄCEGO LECZENIA PROMIENIOWANIEM JONIZUJĄCYM I ANTRACYKLINAMI

Beata Biesaga[1], Joanna Niemiec[1], Marek Ziobro[2], Joanna Wysocka[3], Anna Kruczak[3], Andrzej Sokołowski[4]

[1]Zakład Radiobiologii Klinicznej, Centrum Onkologii, Oddział w Krakowie, Kraków;
[2] Klinika Nowotworów Układowych i Uogólnionych, Centrum Onkologii, Oddział w Krakowie, Kraków;
[3]Zakład Patologii Nowotworów, Centrum Onkologii, Oddział w Krakowie, Kraków;
[4]Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków

W przypadku chorych na raka piersi o zaawansowaniu T1-T2, N1, M0, a więc z przerzutami do regionalnych węzłów chłonnych, po uzupełniającym leczeniu promieniowaniem jonizującym i antracyklinami, obserwuje się wznowę choroby u około 60% kobiet. Leczenie to wiąże się także z poważnymi powikłaniami ze strony układu sercowo-naczyniowego. Przesłanki te wskazują na pilną potrzebę wyróżnienia czynników prognostycznych dla uzupełniającego leczenia, czyli takich, które wskażą na odpowiedź nowotworu po radio- i chemioterapii, a za tym pozwolą na indywidualizację leczenia.

Celem pracy jest ocena prognostycznej wartości wybranych parametrów biologicznych raka piersi dla uzupełaniającego leczenia promieniowaniem i antracyklinami i próba stworzenia na ich podstawie modelu pozwalającego na wybór odpowiedniej metody leczenia.

Badanie przeprowadzono w grupie 172 chorych na raka piersi o zaawansowaniu klinicznym T1-T2, N1-N2, M0, nieleczonych uprzednio przeciwnowotworowo. Średni wiek wynosił 52,8 lat ± 0,6 (SE). Ekspresję białek: topoizomerazy IIα (TOPOIIα), HER2, P53, Ki-67, receptorów estrogenowego (ER) i progesteronowego (PgR) oraz gęstość unaczynienia (MVD) i poziom apoptozy oceniono metodą immunohistochemiczną. Zbadano zależności między cechami klinicznymi i biologicznymi raka oraz ich wpływ na 5-letnie przeżycia bezobjawowe (DFS). Dla opracowania modelu klasyfikacji chorych do grup o określonej reakcji na leczenie posłużono się analizą dyskryminacyjną i metodą funkcji klasyfikacyjnych.

W grupie 172 nowotworów, nadekspresję TOPOIIα, HER2, P53, ER i PgR stwierdzono odpowiednio w 51,5%, 39,5%, 29,1%, 73,8% i 72,1% guzów. Wykazano, że 43,0% raków charakteryzuje duże tempo proliferacji, 28,5% duża MVD, a 23,3% wysoki poziom apoptozy. Wśród nowotworów w stopniu zaawansowania N1 istotnie częściej występowały guzy bez nadeskpresji TOPOIIα, o małej MVD i niskim poziomie apoptozy w porównaniu do raków N2. Guzy o niskim stopniu zróżnicowania (G3) charakteryzowały się istotnie większym potencjałem proliferacji, nadekspresją P53 i większym poziomem apoptozy niż nowotwory wysokozróżnicowane (G1+G2). Nie wykazano innych istotnych zależności miedzy ocenianymi cechami biologicznymi nowotworów a parametrami klinicznymi. Brak nadekspresji ER i PgR korelował z nadekspresją TOPOIIα i P53 oraz z większym potencjałem proliferacji, większą MVD i dużym poziomem apoptozy. W analizie jednoparametrycznej wykazano istotnie dłuższe DFS chorych bez nadekspresji TOPOIIα, o większej MVD i małym poziomie apoptozy. Wieloczynnikowa analiza Coxa również wskazała te cechy jako niezależne korzystne czynniki prognostyczne. Analiza dyskryminacyjna i funkcje klasyfikacyjne ujawniły, że tylko jedna kombinacja cech biologicznych nowotworu sugeruje niepowodzenia, czyli nawrót choroby nowotworowej w ciągu 5 lat od zakończenia leczenia: nadekspresja TOPOIIα, mała MVD i duży poziom apoptozy.

Ekspresja topoizomerazy II α, gęstość unaczynienia i poziom apoptozy wykazują potencjał prognostyczny u chorych na raka piersi uzupełniająco leczonych promieniowaniem jonizującym i antracyklinami.

GENE EXPRESSION SIGNATURES IN BLOOD AS A BIOMARKER FOR BIOLOGICAL DOSIMETRY

Kamil Brzóska[1], Marcin Kruszewski[1,2]

[1]*Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warsaw;*
[2]*Institute of Rural Health, Lublin*

In large-scale radiologic accidents, fast identification of radiation-exposed individuals is crucial for triage and optimal medical management. Current biological dosimetry methods are inadequate for the task, mainly because of their low throughput resulting from time consuming procedures and requirement of highly trained and experienced personnel. Our objective is to develop bioassay for biological dosimetry based on molecular biomarkers such as gene expression signatures. To this end we analyzed the expression of DNA damage responsive genes in an ex vivo irradiated whole blood from three healthy donors. Analyzed genes were as follows: GADD45A, CDKN1A, MDM2, BBC3, SESN2, BAX, DDB2, ATF3, PLK3, GDF15 and BCl2. Blood was X-irradiated with a doses of either 0 Gy; 0,6 Gy; or 2 Gy and gene expression was measured by real-time PCR at 6, 12, 24, and 48 hours after irradiation. The preliminary data suggest that the analysis of expression profiles of the selected genes in whole blood may be very useful for fast identification of irradiated samples and therefore is a promising molecular biomarker for radiation biodosimetry.

This work was supported by the strategic research project number SP/J/6/143 339/11 from the National Centre for Research and Development

SOLE PIRYDYNIOWE JAKO POTENCJALNE PREPARATY RADIOPREWENCYJNE I/LUB RADIONAPRAWCZE

Marta Wincenciak[1], Aneta Cheda[1], Ewa M. Nowosielska[1], Jolanta Wrembel-Wargocka[1], Jerzy Gębicki[2], Andrzej Marcinek[2], Stefan Chłopicki[3], Marek K. Janiak[1]

[1] Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, Warszawa;
[2]Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, Łódź;
[3] Jagiellońskie Centrum Rozwoju Leków, Uniwersytet Jagielloński, Kraków

Charakterystyczną cechą zaburzeń wywołanych pochłonięciem wysokich dawek promieniowania jonizującego (w tym, ostrej choroby popromiennej) jest uszkodzenie śródbłonka, który – obok komórek krwiotwórczych i nabłonków jelit – jest krytyczną „tarczą” dla promieniowania, a uszkodzenie jego struktury i funkcji stanowi podłoże wielu patologii popromiennych. Naczynioprotekcyjne przekaźniki śródbłonka wydają się mieć działanie radioprewencyjne (przy podaniu przed lub w trakcie ekspozycji na promieniowanie) lub radionaprawcze (podane w czasie rozwoju zmian popromiennych). Takie efekty mogą wywoływać prostacyklina (PGI2) i sole pirydyniowe, które uwalniają PGE2. W tym kontekście celem badań była ocena potencjału radioprewencyjnego i/lub radionaprawczego soli pirydyniowych.

Całe ciało myszy BALB/c eksponowano na promieniowanie γ w zakresie dawek od 5,0 do 7,5 Gy. Kwas nikotynowy (NAc) – niacynę, witaminę B3; nikotynamid (NA) – metabolit NAc; chlorek metylonikotynamidu (MNA) – pierwotny metabolit NA; chlorek 1metylo-3acetylo-pirydyniowy (1,3-MAP) – syntetyczny analog NAD+; chlorek 1,4 dimetylo-pirydyniowy (1,4-DMP) – sól pirydyniową powstającą m. innymi podczas prażenia kawy podawano myszom w wodzie pitnej, w stężeniu 100 mg/kg masy ciała na dzień, rozpoczynając od 7. dnia przed, w dniu lub od 7. dnia po napromienieniu, kontynuując podawanie do śmierci zwierzęcia lub końca obserwacji. Po napromieniowaniu całego ciała i podaniu badanych preparatów oceniano: 30-dniową przeżywalność myszy, komórkowość szpiku i śledziony, parametry krwi obwodowej.

Wykazano, zwiększoną przeżywalność myszy po ekspozycji na promieniowanie w:

- dawce 7,5 Gy i po rozpoczęciu podawania: MNA – 7 dni przed i 7 dni po napromienieniu (działanie prewencyjne i naprawcze), NAc – 7 dni po napromienieniu (działanie naprawcze), 1,3-MAP – 7 dni po napromienieniu (działanie naprawcze);
- dawce 7,0 Gy i po rozpoczęciu podawania MNA – w dniu napromienienia (działanie prewencyjne i/lub naprawcze);
- dawce 6,5 Gy i po rozpoczęciu podawania: MNA – 7 dni po napromienieniu (działanie naprawcze), NAc – w dniu napromienienia (działanie prewencyjne i/lub naprawcze).

Zmiany parametrów krwi obwodowej oraz liczby komórek śledziony i szpiku po ekspozycji na promieniowanie γ w dawce 6,5 Gy nie tłumaczą zwiększonej przeżywalności myszy eksponowanych na 7,5 Gy. Sugeruje to, że stymulacja układu krwiotwórczego nie leży u podstaw ochronnego działania badanych związków i że inne mechanizmy, np. hamowanie reakcji prozapalnych i/lub prozakrzepowych, powinny zostać przebadane.

Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki (projekt badawczy: „Badanie pochodnych kwasu nikotynowego w celu wykazania ich potencjalnego działania radioochronnego i/lub radionaprawczego”*).*

BADANIE KINETYKI REAKCJI DITLENKU AZOTU Z CYTOCHROMEM C

Lidia Gębicka[1], Anastasia Domazou[2], Joanna Didik[1], Jerzy L. Gębicki[1], Willem H. Koppenol[2]

[1]Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, Łódź;
[2]Institute of Inorganic Chemistry, ETH Zurich, Zurich

Ditlenek azotu ($\bullet NO_2$), jeden z głównych składników zanieczyszczenia atmosfery, może również tworzyć się *in vivo*, jako produkt pośredni autoutlenienia tlenku azotu, rozkładu nadtlenoazotynu, a także w wyniku katalitycznego utleniania azotynów przez peroksydazy hemowe. Z uwagi na możliwość peroksydacji lipidów, nitrowania reszt tyrozyny i tryptofanu w białkach, nitrowania zasad azotowych w DNA oraz nitrowania niektórych kwasów tłuszczowych uważa się, że $\bullet NO_2$ jest silnie toksycznym związkiem.

Cytochrom c jest małym białkiem hemowym, w którym jon żelaza może występować na +2 i na +3 stopniu utlenienia. Cytochrom c pełni w żywych organizmach dwie zasadnicze funkcje: jest przenośnikiem elektronów w łańcuchu oddechowym oraz jest jednym z inicjatorów procesu apoptozy. Cytochrom c występuje w komórce w stosunkowo dużym stężeniu, stąd też uważa się, że jest jednym z głównych obiektów ataku rodników tworzących się in vivo.

Zbadano, metodą radiolizy impulsowej, kinetykę reakcji Fe(II) i Fe(III) cytochromu c z rodnikiem $\bullet NO_2$ w roztworze wodnym o pH zbliżonym do fizjologicznego, w temperaturze ok. 23oC. Na podstawie przejściowych widm absorpcji Fe(II) cytochromu c w zakresie 440-600 nm, otrzymanych po reakcji z $\bullet NO_2$, stwierdzono, że $\bullet NO_2$ utlenia Fe(II) do Fe(III) cytochromu c ze stałą szybkości $5{,}4 \pm 0{,}3 \times 107$ M-1 s-1 i z wydajnością ok. 94%. Stwierdzono, że $\bullet NO_2$ nie reaguje z grupą hemową Fe(III) cytochromu c. Kinetykę reakcji Fe(III) cytochromu c z $\bullet NO_2$ badano metodą konkurencyjną z użyciem kwasu 2,2’-azynobis(3-etylobenzotiazolino-6 sulfonowego) (ABTS). Stała szybkości tej reakcji wynosi $1{,}2 \pm 0{,}1 \times 107$ M-1 s-1.

Stałe szybkości reakcji $\bullet NO_2$ z Fe(II) i Fe(III) cytochromem c są tego samego rzędu co stałe szybkości reakcji $\bullet NO_2$ z typowymi jego zmiataczami, takimi jak glutation, kwas askorbinowy, czy kwas moczowy. Wziąwszy pod uwagę, że stężenie cytochromu c w komórce jest porównywalne ze stężeniem glutationu, białko to, in vivo, może być celem ataku rodnika $\bullet NO_2$. Biologiczne konsekwencje takiej reakcji zostaną przedyskutowane.

WYCHWYT ELEKTRONÓW PRZEZ AMINOKWASY

Janina Kopyra[1], Hassan Abdoul-Carime[2], Eugen Illenberger[3]

[1]Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Siedlce;
[2]Institut de Physique Nucléaire de Lyon, Université de Lyon, Lyon ;
[3]Institut für Chemie und Biochemie - Physikalische und Theoretische Chemie, Freie Universitaet Berlin, Berlin

Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią prowadzi między innymi do pojawienia się wtórnych elektronów. Generowane są one w ilości $5x10^4$/MeV [1] i przyjmuje się, że są najbardziej wydajnymi tworami radiolitycznymi. Elektrony te charakteryzują się względnie niską energią zazwyczaj do 20 eV, z wyraźnym pikiem poniżej 0.5 eV [2].

Badania uszkodzeń układów biologicznych powstających w wyniku przyłączenia niskoenergetycznych elektronów od kilku lat cieszą się ogromnym zainteresowaniem. W szczególności dotyczą one komponentów DNA [3,4] oraz cząsteczek pozostających w najbliższym otoczeniu makromolekuły m.in. aminokwasów i ich agregatów [5-7]).

W prezentacji przedstawione zostaną wyniki badań uzyskane dla pochodnych aminokwasów (N-metyloglicyny [5], N-acetyloglicyny [6] oraz alanylo-glicyny) charakteryzujących się strukturą kanoniczną w fazie gazowej. Wyniki te zostaną zestawione z rezultatami uzyskanymi dla N,N,N-trimetyloglicyny (glicyna-betaina), cząsteczki zachowującej strukturę jonu obojnaczego w fazie gazowej. Dysocjatywny wychwyt elektronów (0-12 eV) przez glicynę-betainę ($(CH_3)_3N^+CH_2COO^-$) prowadzi do powstania licznych ujemnych jonów fragmentacyjnych rejestrowanych przy m/z 116, 102, 86, 77, 75 i 58 [8]. Jonom tym przypisano następujące struktury $(M-H)^-$, $(CH_3)_2NCH_2COO^-$, $(M-C_2H_7)^-$, $(M-C_3H_4)^-$, Gly^- i CH_2COO^-, odpowiednio. Nasze obserwacje wskazują na to, że fragmentacja cząsteczki macierzystej następująca w wyniku przyłączenia nadmiarowego elektronu najprawdopodobniej związana jest z neutralizacją dodatnio naładowanej grupy aminowej, $(CH_3)_3N^+$-R (R: CH_2COO^-). W przeciwieństwie do aminokwasów występujących w formie kanonicznej [4,5], dla których obserwowano rezonanse w całym obszarze energii elektronów (0-12 eV), w przypadku glicyny-betainy piki rezonansowe obserwowane są w ograniczonym zakresie energii poniżej 1.5 eV.

Literatura:
[1] International Commission on Radiation Units and Measurements, ICRU Report 31, ICRU, Washington D.C. (1979).
[2] T. Jahnke et al., Nature Phys. **6,** 2010, 139.
[3] L. Sanche, Eur. Phys. J. D **35**, 2005, 367.
[4] I. Baccarelli, I. Bald, F.A. Gianturco, E. Illenberger, J. Kopyra, Physics Reports **508**, 2011, 1.
[5] J. Kopyra, Chem. Phys. Lett. **533**, 2012, 87
[6] J. Kopyra, C. König-Lehmann, E. Illenberger, Chem. Phys. Lett. **550**, 2012, 47.
[7] M.V. Muftakhov, P.V. Shchukin, Phys. Chem. Chem. Phys. **13**, 2011, 4600.
[8] J. Kopyra, H. Abdoul-Carime, J. Chem. Phys. **132**, 2010, 204302.

KINETYKA REAKCJI PIERWOTNYCH PRODUKTÓW RADIOLIZY OKTANOLU Z BENZOFENONEM I LIGANDAMI Z RODZINY BT(B)P

Agnieszka Sulich[1], Jan Grodkowski[1], Jacek Mirkowski[1], Rafał Kocia[1], Mark R. StJ. Foreman[2], Michael J. Hudson[3]

[1]*Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa;*
[2]*Chalmers University of Technology, Göteborg;*
[3]*The University of Reading, Whiteknights*

Oktanol to jeden ze stosowanych w recyklingu zużytego paliwa jądrowego rozcieńczalników. Razem z rozpuszczonymi ligandami ekstrahującymi z rodziny BT(B)P wchodzi w skład układu ekstrakcyjnego do procesu SANEX (**s**elective **a**cti**n**ide **ex**tration). Konieczne jest zatem prowadzenie badań nad reakcjami, zachodzącymi z udziałem wymienionych substancji pod wpływem promieniowania jonizującego.

Jak wiadomo z literatury, pierwotne produkty radiolizy oktanolu to m.in. elektrony solwatowane (e^-_{solw}) oraz rodniki hydroksyalkilowe. Celem pracy było zbadanie kinetyki ich reakcji z następującymi ligandami: 2,6-bis(5,5,8,8-tetrametylo-5,6,7,8,-tetrahydro-benzo-[1,2,4l-triazyn-3-ylo])pirydyną (CyMe4-BTP), 6,6’-bis(5,5,8,8-tetrametylo-5,6,7,8-tetrahydro-benzo-[1,2,4]-triazyn-3-ylo)-[2,2’]bipirydyną (CyMe4-BTBP), 6,6’-bis-(5,6-dietylo-[1,2,4]triazyn-3-ylo)-2,2’-bipirydylem (C2-BTBP) i 6,6’-bis(5,6-dipentylo-[1,2,4]triazyn-3-ylo)-[2,2’]bipirydyną (C5-BTBP), jak również z benzofenonem (BP) - znanym jako efektywny zmiatacz rodników i stanów wzbudzonych, a więc stanowiącym potencjalny środek ochronny. Niektóre próbki poddano wstępnie równoważeniu 1M HNO_3, gdyż kwas ten jest obecny w mieszaninie poddawanej procesowi SANEX.

Badania prowadzono techniką radiolizy impulsowej z detekcją spektrofotometryczną, przy użyciu liniowego akceleratora elektronów LAE10 o czasie impulsu ~10ns, energii elektronów 10 MeV i dawce 20 Gy na impuls.

Podczas radiolizy obojętnych roztworów ligandów zaobserwowano zależność między szybkością zaniku e^-_{solw} a stężeniem ekstrahenta. Obliczone na podstawie uzyskanych wyników stałe szybkości reakcji elektronów z ligandami wynoszą: $k_{CyMe4\text{-}BTP} = (2.4 \pm 0.02)\ x10^9\ dm^3\ mol^{-1}\ s^{-1}$, $k_{CyMe4\text{-}BTBP} = (1.7 \pm 0.03)\ x10^9\ dm^3\ mol^{-1}\ s^{-1}$, $k_{C2\text{-}BTBP} = \sim 1\ x10^9\ dm^3\ mol^{-1}\ s^{-1}$, $k_{C5\text{-}BTBP} = (1.7 \pm 0.03)\ x10^9\ dm^3\ mol^{-1}\ s^{-1}$ - są, więc zbliżone dla wszystkich ligandów. Radioliza impulsowa zakwaszonych roztworów BP pozwoliła zaobserwować tworzenie się rodników ketylowych BP•H, pochodzących najprawdopodobniej z reakcji BP z rodnikami hydroksyalkilowymi (w obecności kationów H^+ e^-_{solw} nie występują, gdyż są szybko konwertowane na wodór atomowy, ten zaś reaguje z cząsteczkami alkoholu - co prowadzi do powstawania rodników hydroksyalkilowych). Stała szybkości procesu tworzenia się BP•H wynosi $k = 3.9x10^5\ dm^3mol^{-1}s^{-1}$. Rodniki te reagują z CyMe4-BTBP ze stałą szybkości $k \sim 6\ x\ 10^7\ dm^3\ mol^{-1}\ s^{-1}$ – czyli o dwa rzędy wielkości wolniej, niż e^-_{solw} w układzie obojętnym. Oznacza to, że dodanie BP do roztworów ligandów przynajmniej w pewnym stopniu chroni je przed radiacyjną degradacją.

Praca została wykonana w ramach programu SACSESS FP7 Collaborative Project 323282.

RADIOLIZA WODNYCH ROZTWORÓW PORFIRYN W OBECNOŚCI BIOCZĄSTECZEK

Tadeusz Strózik, Marian Wolszczak, Maria Hilczer

Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, Łódź

Związki porfirynowe cieszą się ogromnym zainteresowaniem w środowisku naukowo-badawczym ze względu na istotną rolę jaką odgrywają w wielu procesach biologicznych (fotosynteza, oddychanie, reakcje enzymatyczne, itp.). Znalazły one również zastosowanie jako sensybilizatory w terapii fotodynamicznej (PDT) [1] i radioterapii [2].

Przedmiotem naszych badań są dwie porfiryny: 5,10,15,20–tetrakis(4-N-metylopirydylo)-porfiryna (TMPyP) oraz 5,10,15,20–tetrakis(4–aminofenylo)-porfiryna (TAPP). Zastosowaliśmy technikę radiolizy impulsowej do zbadania procesu jednoelektronowej redukcji tych związków oraz zarejestrowaliśmy widma absorpcyjne ich zredukowanych form w obecności i nieobecności DNA. Pomiary spektroskopowe pozwoliły na stwierdzenie, że obie porfiryny interkalują do helisy DNA. Uzyskane wyniki porównaliśmy z wynikami redukcji chemicznej porfiryn przeprowadzonej przy użyciu borowodorku sodu, $NaBH_4$.

Pomiary radiolizy impulsowej wykazały, że pierwotnym produktem redukcji porfiryn (P) w roztworach wodnych jest anionorodnik ($P^{\bullet-}$), który ulega bardzo szybkiej protonacji z wytworzeniem $HP^{\bullet}$. Obydwa te rodniki te ulegają reakcjom dysproporcjonacji, prowadzącej do otrzymania trwałych produktów: phloryny (Phl) i chloryny (Chl). Stwierdzono także, że DNA wykazuje silny efekt ochronny, polegający na zmniejszeniu efektywności redukcji zainterkalowanej do helisy cząsteczki porfiryny, w reakcji z elektronem hydratowanym.

Literatura:

[1] Kwitniewski, M., Juzeniene, A., Mab, L.W., Glosnicka, R., Graczyk, A., Moan, J., 2009. Diamino acid derivatives of PpIX as potential photosensitizers for photodynamic therapy of squamous cell carcinoma and prostate cancer: In vitro studies. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 94, 214–222.

[2] Luksiene, Z., Kalvelyte , A., Supino, R., 1999. On the combination of photodynamic therapy with ionizing radiation. J. Photochem. Photobiol. B: Biol. 52, 35–42.

WPŁYW FAZY G2 CYKLU KOMÓRKOWEGO NA WYSTĘPOWANIE EFEKTU NADWRAŻLIWOŚCI NA NISKIE DAWKI PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO (HRS)

Dorota Słonina[1], Beata Biesaga[1], Anna Janecka[1], Damian Kabat[2], Karolina Bukowska-Strakova[3], Anna Gasińska[1]

[1]Zakład Radiobiologii Klinicznej, Centrum Onkologii, Oddział w Krakowie, Kraków;
[2]Zakład Fizyki Medycznej, Centrum Onkologii, Oddział w Krakowie, Kraków;
[3]Jagiellońskie Centrum Rozwoju Leków, Uniwersytet Jagielloński, Kraków

Zjawisko nadwrażliwości na niskie (<0,5 Gy) dawki promieniowania jonizującego (HRS - *low dose hyperradiosensitivity*) oznacza większą śmiertelność komórek po niskich dawkach promieniowania w porównaniu do tej przewidywanej na podstawie modelu LQ stosowanego w radioterapii. Celem badań była ocena występowania efektu HRS w komórkach prawidłowych od chorych na nowotwory złośliwe.

Materiał do badań stanowiły prawidłowe fibroblasty skóry pozyskane od 25 chorych na raka szyjki macicy. Efekt biologiczny dawek (od 0,1 do 4 Gy) promieniowania jonizującego X (6MV) oceniono testem klonogennym z wykorzystaniem cytofluorymetru przepływowego z sorterem do precyzyjnego policzenia i rozdzielenia komórek na szalki Petriego *(FACS plating technique)*. W badaniach oceniono przeżywalność fibroblastów asynchronicznych oraz fibroblastów napromienianych w fazie G2 cyklu komórkowego (z uwagi na postulowaną istotną rolę fazy G2 w mechanizmie HRS). Komórki w fazie G2 pozyskiwano wybarwiając DNA komórek Hoechst 33342 i sortując je w cytofluorymetrze przepływowym. Wydajność sortowania komórek w fazie G2 wyniosła ~75%. W celu zidentyfikowania efektu HRS dla badanych fibroblastów wykreślono krzywe dawka - efekt stosując model indukowanej naprawy (IR).

1. Obecność efektu HRS stwierdzono w fibroblastach asynchronicznych 4 z 25 badanych chorych. Dla każdej z 25 linii fibroblastów przeprowadzono po 3-7 niezależnych eksperymentów. Łącznie wykonano 102 eksperymenty.
2. Obecność efektu HRS w fibroblastach napromienianych w fazie G2 stwierdzono w przypadku 4 z 23 badanych chorych. (Te same 4 chore prezentowały zjawisko HRS w fibroblastach asynchronicznych). Dla każdej z 23 linii fibroblastów przeprowadzono po 1-3 niezależne eksperymenty. Łącznie wykonano 43 eksperymenty.

Występowanie zjawiska HRS w fibroblastach 4 z 25 chorych sugeruje, że efekt ten może być cechą osobniczą. W przeprowadzonych badaniach napromienianie komórek w fazie G2 cyklu komórkowego nie miało wpływu na uwidocznienie efektu HRS.

PROMIENIOUCZULAJĄCE DZIAŁANIE SPRZĘŻONEGO DIENU KWASU LINOLOWEGO (CLA) NA KOMÓRKI RAKA JELITA, HT-29, POPRZEZ ZABURZENIE SYGNALIZACJI PRZEŻYCIA

Iwona Grądzka, Barbara Sochanowicz, Sylwia Męczyńska-Wielgosz

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa

C9,t11-CLA jest głównym izomerem kwasu linolowego (LA) występującym w mleku i mięsie przeżuwaczy. Oba związki łatwo wbudowują się do błon komórkowych, przy czym c9,t11-CLA wykazuje działanie promieniouczulające na komórki raka jelita HT-29, zaś LA działa promienioochronnie.

Mechanizm uczulenia na promieniowanie jonizujące związany jest z zahamowaniem wędrówki receptora epidermalnego czynnika wzrostu (EGFR) do jądra po napromienieniu. Akumulacja EGFR w jądrze stymuluje aktywność DNA-PK – kluczowego enzymu naprawy podwójnoniciowych pęknięć DNA (DSB) u ssaków. Zgodnie z tym, w komórkach HT-29 traktowanych c9,t11-CLA nie obserwuje się wzrostu aktywności DNA-PK po napromienieniu oraz następuje przejściowe nagromadzenie się DSB. Nie znajduje to odzwierciedlenia w podwyższeniu częstości aberracji chromosomowych lecz komórki te, w porównaniu z kontrolnymi, wcześniej wchodzą w apoptozę.

Może to mieć związek z faktem, iż aktywność kinazy białkowej AKT1/PKBα w jądrach komórkowych, mierzona stopniem ufosforylowania cząsteczki enzymu w pozycji 473 Ser, obniża się w obecności c9,t11-CLA i nie wzrasta pod wpływem promieniowania. Aktywacja AKT1/PKBα jest zależna od DNA-PK i warunkuje zapoczątkowanie szeregu szlaków sygnalizacyjnych prowadzących do zahamowania apoptozy i wzmożenia proliferacji komórek. Zebrane wyniki pokazują, że c9,t11-CLA, zmieniając właściwości błon biologicznych, hamuje szlaki anty-apoptotyczne uruchamiane pod wpływem uszkodzenia DNA i tym samym upośledza obronną reakcję komórki na promieniowanie. Ten mechanizm może być wykorzystany do opracowania nowych strategii terapii przeciwnowotworowych.

VALIDATION OF THE WARSAW CYCLOTRON FOR RADIOBIOLOGICAL RESEARCH

Urszula Kaźmierczak[1], Dariusz Banaś[2,3], Janusz Braziewicz[2,3], Jarosław Choiński[4], Joanna Czub[2], Marian Jaskóła[5], Andrzej Korman[5], Marcin Kruszewski[6,7], Anna Lankoff[6, 8], Halina Lisowska[8], Aneta Malinowska[5], Zygmunt Szefliński[1], Maria Wojewódzka[6]

[1] *Institute of Experimental Physics, Warsaw University, Warsaw*;
[2]*Institute of Physics, Jan Kochanowski University, Kielce*;
[3]*Holycross Cancer Center, Kielce*;
[4]*Heavy Ion Laboratory, Warsaw University, Warsaw*;
[5]*National Centre for Nuclear Research, Otwock-Świerk*;
[6]*Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warsaw*;
[7] *Institute of Rural Health, Lublin;*
[8]*Institute of Biology, Jan Kochanowski University, Kielce*

The radiobiological effects of charged heavy particles on a cellular or molecular level are of fundamental importance in the field of biomedical applications, especially in hadron therapy and space radiation biology. Recently a new research facility with a horizontal beam became available for radiobiological research in Poland, namely the K=160 isochronous cyclotron in the Heavy Ion Laboratory of Warsaw University. This facility is able to deliver most types of ions used in therapy with energy up to 10 MeV/u with a dose rate from 0.1 to 10 Gy/min.

The aim of this study was to validate the Warsaw Cyclotron for radiobiological research. The theoretical calculations of the ^{12}C heavy ions fluency were performed based on two independent detector systems for beam diagnosis and monitoring. The Si-detector was used to measure the particle flux at the position of the cell container and on-line detector was applied to monitor the particle flux by intensity of the scattered particles. A homogeneity and number of ions hitting the cell container was verify experimentally by physical method. Solid-State Nuclear Track Detectors (SSNTDs) CR-39/PM-355 were mounted outside of the beam exit window and irradiated with doses from range 0.05 Gy-1 Gy. After irradiation the number of ion tracks was counted by the use the optical microscope. In addition, homogeneity and number of ions hitting the cell container were verified experimentally by biological γ-H2AX method. It is believed that number of γ-H2AX foci can be used to estimate exposure to the very low doses of radiation and shows that the yield of foci induced by ionizing radiation increases linearly with the radiation dose. CHO-K1 cells were irradiated with different doses of heavy ions, incubated and then *processed* for γ-*H2AX* foci counting. Images of individual cells were captured, recorded and the number of ion traces was counted under confocal microscope.

The number of ^{12}C ions which was theoretically calculated on the base of Si-detectors was compared with the number of ions counted on SSNDT-detector and with the number of ion traces detected in CHO-K1cells by γ-H2AX assay. The results of these experiments will be discussed.

This study was supported by a statutory grants for Institute of Nuclear Chemistry and Technology and Faculty of Physics University of Warsaw.

WALIDACJA DOZYMETRYCZNA SYSTEMÓW REKONSTRUKCJI ROZKŁADÓW DAWKI W WERYFIKACJI IMRT

Krzysztof Chełmiński[1], Piotr Sobotka[2], Wojciech Bulski[1], Magdalena Kuich[2], Joanna Rostkowska[1], Andrzej Domański[2]

[1]Centrum Onkologii, Warszawa;
[2]Politechnika Warszawska, Warszawa

Intensity Modulated Radiation Therapy (IMRT), w tym najnowsze generacje tej terapii TomoTherapy i Volumetric Modulated Arc Therapy (VMAT), są coraz powszechniej stosowane w radioterapii onkologicznej. Rozkłady dawki w IMRT charakteryzują wysokie gradienty, które pozwalają oszczędzać narządy krytyczne przy jednoczesnej eskalacji dawki na target. Z drugiej strony w przypadku nieprecyzyjnego pozycjonowania pacjenta wysokie gradienty mogą grozić podaniem nadmiernej dawki na narządy krytyczne, lub zbyt niskiej dawki na target. Ograniczenia algorytmów obliczeniowych stosowanych w komputerowych systemach planowania leczenia (TPS) mogą również być powodem takich niepożądanych efektów.

Od początku stosowania techniki IMRT istniała świadomość konieczności weryfikacji dozymetrycznej planowanych rozkładów dawki. Ostatnim osiągnięciem w tej dziedzinie są systemy złożone z trójwymiarowego fantomu z rozmieszczoną wewnątrz niego dużą – rzędu 10^3 liczbą detektorów elektronicznych (lub z płaskiej matrycy detektorów przymocowywanej do ramienia akceleratorów) zintegrowanego z oprogramowaniem komputerowym umożliwiającym rekonstrukcję rozkładu dawki. Algorytmy zastosowane do rekonstrukcji wymagają danych uzyskanych podczas pomiarów z detektorów rozmieszczonych w fantomie lub matrycy oraz informacji o geometrii planowanych wiązek pozyskanych z systemu planowania. Następnie te rekonstrukcje są wykorzystywane do weryfikacji rozkładów dawki obliczonych przez TPS.

Do walidacji dwóch systemów rekonstrukcji dawki ArcCheck oraz Delta4 zastosowano metodę dozymetrii filmowej wykorzystującej filmy radiochromowe oraz fantom tkankopodobny. Zrekonstruowane na podstawie pomiarów wykonanych wielowymiarowymi matrycami detektorów rozkłady dawki zostały porównane z rozkładami zmierzonymi w specjalnie w tym celu wykonanym fantomie tkankopodobnym.

Walidację przeprowadzono dla trzech klinicznych planów leczenia. Ilościowego porównania zrekonstruowanych rozkładów dawki z rozkładami zmierzonymi przy pomocy filmów dokonano stosując metodę indeksu Gamma. Uzyskane poziomy zgodności z pomiarami przy pomocy filmów znajdowały się w zakresie 79%-89% i 75%-86% odpowiednio dla systemu Delta4 oraz ArcCheck i były niższe od poziomu zgodności uzyskanego dla obliczeń systemu planowania Eclipse – 90%-94%.

Ze względu na nieunikniony i trudny do przewidzenia wpływ ograniczeń modeli obliczeniowych stosowanych w dostępnych systemach weryfikacji planów radioterapii systemy te powinny być każdorazowo walidowane przed ich wprowadzeniem do praktyki klinicznej.

BADANIA ODDZIAŁYWANIA KWASU 1-PIRENYLOSULFONOWEGO Z ALBUMINĄ OSOCZA KRWI LUDZKIEJ

Ewa Szajdzińska-Piętek, Małgorzata Steblecka, Marian Wolszczak

Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, Łódź

Celem pracy jest określenie lokalizacji kwasu 1-pirenylosulfonowego (PSA, sól sodowa) w albuminie osocza krwi ludzkiej (HSA) oraz ocena możliwości wykorzystania go jako próbnika fluorescencyjnego w badaniach oddziaływań HSA z lekami. Cząsteczka HSA zawiera wprawdzie endogenny fluorofor Trp214, ale ze względu na krótki czas życia singletowego stanu wzbudzonego i widmo absorpcyjne nakładające się z widmami większości leków, jednoznaczna interpretacja wyników pomiarów dla tego fluoroforu jest trudna. Próbniki pirenowe, natomiast, charakteryzują się dużą wydajnością kwantową i długim czasem życia fluorescencji oraz posiadają pasma absorpcyjne położone w zakresie spektralnym dogodnym do badań spektrofotometrycznych (300–400 nm).

Wykonano pomiary widm absorpcyjnych i emisyjnych oraz zaniku fluorescencji i absorpcji T-T próbnika dla roztworów PSA/HSA w szerokim zakresie stężeń białka. Ponadto, zbadano wygaszanie fluorescencji Trp214 i zmiatanie elektronu uwodnionego (radioliza impulsowa) w funkcji stężenia próbnika, a także zanik fluorescencji tlenu singletowego, utworzonego w wyniku reakcji trypletowego stanu wzbudzonego PSA z tlenem cząsteczkowym w stanie podstawowym.

Stwierdzono, że PSA efektywnie wiąże się z białkiem; stała wiązania oznaczona na podstawie zmian w widmach absorpcyjnych wynosi $4.6 \cdot 10^4$ dm^3mol^{-1}. Przy stosunku molowym PSA/HSA≈1 obserwuje się maksymalne efekty wygaszania fluorescencji PSA przez Trp14 oraz wygaszania fluorescencji Trp214 przez PSA, co wskazuje na lokalizację próbnika w domenie IIA. Ze zmniejszeniem stosunku stężeń próbnik/białko bardziej prawdopodobną lokalizacją jest miejsce odległe od reszty tryptofanowej (miejsce 2), w którym czas życia fluorescencji PSA jest dłuższy niż w roztworze homogenicznym (niezawierającym HSA). Obydwa miejsca wiązania są niedostępne dla generowanego radiacyjnie elektronu uwodnionego.

Stan trypletowy PSA, w odróżnieniu od stanu singletowego, nie jest wygaszany przez Trp214, a więc powstaje on raczej w miejscu 2. Wniosek ten byłby zgodny z obserwacją, że fluorescencja tlenu singletowego w układzie HSA/PSA zanika znacznie szybciej niż w układach zawierających ligandy związane w domenie IIA (np. chloryny).

Praca finansowana ze środków budżetowych na naukę (projekt badawczy N N204537339, 2010–2013, oraz Dz. St. 2011–2012).

RADIACYJNA KONSERWACJA OBIEKTÓW O ZNACZENIU HISTORYCZNY

Wojciech Głuszewski[1], Quoc Khoï Tran[2], Laurent Cortella[2]

[1]*Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie, Warszawa;*
[2]*ARC-Nucléart, Atelier Régional de Conservation, Grenoble*

Radiacyjna konserwacja obiektów o znaczeniu historyczny jest interesującą propozycją dla muzeów, archiwów, bibliotek i prywatnych kolekscionerów. W odróżnieniu od nuklearnych metod analitycznych, które są powszechnie akceptowane budzi w wielu krajach w tym w Polsce nadal wiele wątpliwości.

W komunikacie podsumowano wyniki współpracy z autora z Międzynarodową Agencją Energii Atomowej i pracownią konserwacji dzieł sztuki Nucleart w Grenoble w dziedzinie radiacyjnej dezynsekcji, dezynfekcji i konsolidacji obiektów o znaczeniu historycznym. Jako przykład wykorzystania promieniowania jonizującego do sterylizacji opisano przypadek wyjałowienia dziecka mamuta z przed 50 tysięcy lat. Przywieziony z Rosji obiekt wyjałowiono w Grenoble promieniowaniem gamma w temperaturze -20^0C. Rutynowym zabiegom dezynsekcji poddawane są we Francji często obiekty drewniane. Obecność aromatycznej ligniny powoduje, że drewno w porównaniu z czystą celulozą jest stosunkowo odporne radiacyjnie.

Opisano wykonane w IChTJ badania różnych gatunków papieru za pomocą spektroskopii absorpcyjnej w wersji obiciowej światła rozproszonego, DRS. Zbadano wpływ mocy dawki na procesy postradiacyjnej degradacji celulozy.

Wiele obiektów w bardzo złym stanie może być poddawane tzw. radiacyjnej konsolidacji. Proces konserwacji polega na nasączeniu najczęściej drewna roztworem polimeru w monomerze a następnie radiacyjnie indukowanej polimeryzacji i sieciowaniu kompozytu drewno/polimer. Przedstawiono francuskie doświadczenia w tej dziedzinie. Ośrodek w Grenoble jest przodująca w świecie placówką w dziedzinie konserwacji mokrego drewna.

Zwrócono również uwagę na publikację wydaną przy pomocy IAEA, w której opisano możliwości technik radiacyjnych w zakresie radiacyjnej konserwacji obiektów wykonanych z różnych materiałów. W każdym przypadku wymieniono dawki zalecane w obróbce radiacyjnej oraz ewentualne efekty uboczne działania promieniowania jonizującego.

Literatura:

[1] W. Głuszewski, Quoc Khoï Tran, L. Cortela, Z. Zagórski, Maria Skłodowska Curie - the precursor of radiation sterilization methods, Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2011

[2] Laurent Cortella & Quoc Khoi Tran, W. Gluszewski, Ioan Valentin Moise & Corneliu Catalin Ponta, Raport IAEA, Nuclear Techniques for Preservation of Cultural Heritage Artefacts, 2011, 44 str

BADANIA EGZO- I ENDOGENNYCH BIAŁEK DYSTRYBUUJĄCYCH LEKI PRZECIWNOWOTWOROWE W ORGANIZMIE

Anna Konarska, Magdalena Ambroziak, Marian Wolszczak

Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, Łódź

Leki, po wchłonięciu przez krew, rozprzestrzeniają się po całym organizmie. Oznacza to wędrówkę w układzie krwionośnym i docieranie wraz z krwią do tkanek i narządów[1]. Głównym zadaniem chemio- i radioterapii jest skuteczne skierowanie leku przede wszystkim do komórek nowotworowych.

Bardzo często kliniczne zastosowanie leków, takich jak m.in. mitoksantron, jest ograniczone z powodu problemów związanych z ich cytotoksycznym działaniem na zdrowe tkanki. Duże nadzieje wiąże się zatem z terapią wykorzystującą układy do kontrolowanego transportu i uwalniania leków do odpowiednich tkanek.

Najważniejszą z endogennych substancji przenoszących leki w organizmie jest albumina osocza krwi ludzkiej (HSA) posiadająca w swojej strukturze dwie hydrofobowe kieszenie zwane miejscami Sudlow'a, gdzie mogą lokalizować się cząsteczki ligandów. Wykonaliśmy pomiary mające na celu zbadanie oddziaływania kilku wybranych leków z HSA a wyniki porównaliśmy z otrzymanymi dla potencjalnego egzogennego nośnika leku, multimetrycznego białka – apoferrytyny (AP). Istnieje kilka doniesień literaturowych[2][3] o możliwości uwalniania substancji znajdujących się we wnętrzu powłoki białkowej AP. Do badanych przez nas leków, aktualnie stosowanych bądź potencjalnych chemio- lub radioterapeutyków, należą: mitoksantron (z grupy antracyklin), chloryna e6 i Photolon® (chloryny), sangwinaryna i koralina (z grupy alkaloidów izochinolinowych - związków pochodzenia roślinnego).

Zaprezentowane wyniki będą dotyczyły badań stresu utleniającego lub redukującego, generowanego metodą radiolizy impulsowej, w wodnych rozworach białek (HSA, AP) w obecności lub nieobecności wymienionych leków.

Literatura:
[1] G. Patrick, PWN W-wa 2004;
[2] J. M. Dominguez-Vera *J. Inorg. Biochem.* 2004, *98*, 469-472;
[3] M. Kim, Y. Rho, K. Sik Jin, B. Ahn, S. Jung, H. Kim, M. Ree *Biomacromolecules* 2011, *12*(5), 1629–1640.

Praca została wykonana w ramach projektu badawczego nr 5373/B/H03/2010/39 finansowanego przez MNiSW

RADIOLIZA IMPULSOWA WODNYCH ROZTWORÓW NIKOTYNY I JEJ ZWIĄZKÓW MODELOWYCH

Katarzyna Kosno[1], Monika Celuch[1], Ireneusz Janik[2], Dariusz Pogocki[1,3]

[1]*Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa;*
[2]*University of Notre Dame, Notre Dame, USA;*
[3]*Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów*

Radioliza impulsowa jest techniką pozwalającą śledzić reakcje chemiczne zachodzące bardzo szybko, a takie właśnie są reakcje wolnorodnikowe. Impulsy promieniowania elektronowego mogą wytworzyć wysokie stężenia rodników w badanym układzie. Pomiary optyczne z użyciem metod czasowo-rozdzielczych umożliwiają identyfikację krótkożyciowych produktów przejściowych oraz obserwację procesów zachodzących z ich udziałem.

Rodniki tlenowe uszkadzają komórki nerwowe, prowadząc do ich śmierci. Najbardziej niebezpieczny jest rodnik hydroksylowy ($^{\bullet}OH$), który atakuje większość składników komórkowych z szybkością kontrolowaną dyfuzyjnie. Efekt działania reaktywnych form tlenu (RFT) oraz przewlekły stres oksydacyjny leżą u podłoża wielu chorób neurodegeneracyjnych. RFT powstają w organizmie między innymi pod wpływem światła słonecznego i w trakcie procesów oddechowych komórki. Te same rodniki można wytworzyć poprzez inicjowaną radiacyjnie radiolizę wody. Środowisko silnie utleniające można uzyskać nasycając roztwór podtlenkiem azotu.

Nikotyna (3-(1-metylo-2-pirolidyno)pirydyna, $C_{10}H_{14}N_2$) to naturalny alkaloid występujący głównie w liściach tytoniu. Mimo powszechnie złej opinii, posiada także pozytywne właściwości jak zdolność zmiatania wolnych rodników. Reaguje m.in. z rodnikiem $^{\bullet}OH$ z wytworzeniem neutralnych lub mniej reaktywnych rodnikowych produktów. Jednak potencjalne wykorzystanie nikotyny, jako antyoksydanta chroniącego komórki nerwowe, wymaga zdobycia większej ilości danych o jej procesach rodnikowych.

Badania mechanizmu rodnikowego utleniania nikotyny przez rodniki $^{\bullet}OH$ przeprowadzono metodą przepływowej radiolizy impulsowej z detekcją UV-Vis. Jako źródło elektronów wykorzystano akceleratory liniowe LAE 10 (IChTJ) oraz Titan Beta Model TBS-8/16-1 (NDRL). Celem lepszego zrozumienia rozpatrywanych procesów, badaniami objęto związki modelowe nikotyny - pirydynę, pirolidynę i N-metylopirolidynę, a także reakcję jednoelektronowego utleniania nikotyny przez rodniki azydkowe. Analizę przeprowadzono w szerokim zakresie pH uzyskując dane dla form protonowanych i nieprotonowanych.

WPŁYW SKAŻENIA WEWNĘTRZNEGO TRYTEM NA KOMÓRKI NADZORU IMMUNOLOGICZNEGO MYSZY BALB/C I C57BL/6

Ewa M. Nowosielska, Aneta Cheda, Marta Wincenciak, Jolanta Wrembel-Wargocka, Marek K. Janiak

Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, Warszawa

Jednym z istotnych źródeł wewnętrznego skażenia substancją promieniotwórczą pracowników i osób nienarażonych zawodowo na promieniowanie jonizujące jest tryt (^{3}H lub T) – emitujący promieniowanie β^- izotop wodoru, który wiąże się z rodnikami wodorowymi tworząc łatwo wchłanianą trytowaną wodę (HTO). Depozycja HTO w organizmie wiąże się z absorpcją energii promieniowania, co może skutkować rozwojem nowotworu w radiowrażliwych tkankach. Z kolei, nasze wcześniejsze badania wskazują, że ekspozycja całego ciała myszy na jednorazowe i frakcjonowane małe dawki promieni X prowadzi do zmniejszenia liczby indukowanych kolonii nowotworowych w płucach, czemu towarzyszy zwiększona aktywność komórek nadzoru immunologicznego. W tym kontekście, celem przeprowadzonych badań wstępnych było sprawdzenie czy wewnętrzne skażenie HTO wpływa na modyfikację funkcji cytotoksycznych makrofagów (Mφ) i limfocytów NK u stosunkowo radiooopornych (C57BL/6) i radiowrażliwych (BALB/c) myszy.

Badania prowadzono na 6-8 tygodniowych samcach myszy C57BL/6 i BALB/c. Myszom podawano dootrzewnowo HTO o takich aktywnościach, aby całkowite dawki pochłonięte promieniowania wynosiły 0,01 lub 0,1 Gy. Począwszy od 7. dnia po podaniu HTO oceniano: aktywność cytotoksyczną śledzionowych komórek NK, produkcję tlenku azotu (NO) przez aktywowane Mφ otrzewnowe, komórkowość szpiku i śledziony oraz parametry krwi obwodowej.

Mφ pobrane zarówno od myszy C57BL/6 jak i od myszy BALB/c, które w wyniku skażenia HTO pochłonęły 0,1 Gy promieniowania β^- produkowały więcej NO niż myszy kontrolne. Stwierdzono również, że limfocyty NK pobrane od myszy, które pochłonęły 0,01 Gy lub 0,1 Gy promieniowania β^- wykazywały zwiększoną aktywność cytotoksyczną. Komórkowość szpiku i śledziony oraz parametry krwi obwodowej we wszystkich badanych grupach nie wykazywały znamiennie statystycznych różnic.

Uzyskane wyniki wskazujące na pobudzenie aktywności komórek NK i Mφ myszy C57BL/6 i BALB/c skażonych wewnętrznie HTO, przy braku zmian liczby komórek szpiku i śledziony oraz parametrów krwi obwodowej. Wyniki wstępne otrzymane po pochłonięciu przez myszy małych dawek promieniowania β^- będą, w dalszych badaniach, korelowane z rozwojem indukowanych kolonii nowotworowych.

Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki (projekt badawczy: „Wpływ skażenia wewnętrznego trytem na nieswoistą odporność przeciwnowotworową i reakcje zapalne u myszy bardziej i mniej wrażliwych na działanie promieniowania jonizującego”).

THE EFFECT OF HYPOTHERMIA ON THE IONIZING RADIATION-INDUCED DNA DAMAGE AND CELL CYCLE PROGRESSION IN HEPG2 AND A549 CELLS

Halina Lisowska[1], Beata Fortuna[1], Żaneta Fendrych[1], Justyna Nowakowska[1], Monika Stankiewicz[1], Aneta Węgierek-Ciuk[1], Janusz Braziewicz[2], Andrzej Wójcik[1,3], Anna Lankoff[1,4]

[1]Jan Kochanowski University, Kielce;
[2]Holycross Cancer Center, Kielce;
[3]Stockholm University, Stockholm;
[4]Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warsaw

Protective effects of hypothermia against radiation-induced chromosomal aberrations are well known, however, the molecular mechanisms of this phenomenon are not fully understood. Recently it was suggested that it may be related to chromatin condensation, bystander effects or cell cycle perturbation.

Taking this into account, the aim of our study was to verify if the effect of hypothermia that is observed at the level of chromosomal aberrations can be detected at the level of cell cycle progression. HepG2 and A549 cells were kept at 0.8 °C and 37 C for 30 minutes and then exposed to 0, 0.5, 1, 1.5 and 2 Gy of γ-rays. After irradiation samples were incubated for 24 hours and then processed for further analysis. Chromosomal aberrations were visualized as micronuclei and cell cycle progression was examined by *flow*-based *cytometric analysis.*

Our results confirmed the sparing effect of hypothermia on radiation-induced chromosomal aberrations and revealed that the frequency of micronuclei in HepG2 and A549 cells exposed at 0.8°C to γ-rays was lower than after exposure at 37°C. However, the flow cytometry results revealed no significant effect of hypothermia on HepG2 and A549 cell cycle progression 24 hours after irradiation.

WPŁYW RÓŻNYCH MOCY DAWKI NA ODPOWIEDŹ KOMÓREK NAPROMIENIANYCH W WARUNKACH RADIOTERAPII

Jacek Rogoliński[1], Maria Konopacka[1], Krzysztof Ślosarek[2]

[1] *Centrum Badań Translacyjnych i Biologii Molekularnej Nowotworów, Centrum Onkologii, Oddział w Gliwicach, Gliwice;*
[2] *Zakład Planowania Radioterapii i Brachyterapii, Centrum Onkologii, Oddział w Gliwicach, Gliwice;*

W radioterapii nowotworów stosuje się promieniowanie o różnych mocach dawki.W Centrum Onkologii-Instytucie MSC Oddział w Gliwicach powszechnie stosuje się moc dawki 3 Gy/min (w warunkach standardowego pomiaru). Wraz z nowymi technikami leczenia wprowadza się promieniowanie o innych mocach dawek, np. technika obrotowa z dynamiczną zmianą kształtu pola napromieniania generuje moc wiązki 600 MU/min.

Odpowiedź komórek zależy nie tylko od wielkości zaadsorbowanej dawki, ale też od mocy dawki, sposobu jej frakcjonowania, położenia komórek względem pola napromieniania, itp.

Dotychczas wykazano, że dla niskich mocy dawek (poniżej 1 Gy/ min) odpowiedź biologiczna komórek jest ściśle związana z mocą dawki, natomiast zależność ta nie jest wystarczająco zbadana dla stosowanych w radioterapii wysokich mocy dawek.

Celem pracy było porównanie odpowiedzi biologicznej komórek na dawkę 5 Gy podanej w dwóch mocach dawek: 100 i 600 MU/min.

Badania przeprowadzono na kilku liniach komórek nowotworowych i jednej linii komórek prawidłowych BEAS-2B. Źródłem promieniowania był akcelerator Cliniac 2300, promieniowanie fotonowe 6 i 20 MV. Stosowano dawkę 5 Gy, o mocy 100 i 600 MU/min., komórki położone w fantomie wodnym na głębokościach 3 i 15 cm, umieszczone w polu i poza polem napromieniania. Uszkodzenia biologiczne oceniano jako: częstość pojawiania się mikrojąder, indukcję apoptozy i przeżywalność komórek.

Zaobserwowano istotne różnice w odpowiedzi biologicznej komórek na różne warunki napromieniowania:

- *Moc dawki*: Promieniowanie, przy tej samej dawce, podawane z mniejszą mocą dawki indukuje wyższy poziom uszkodzeń biologicznych niż promieniowanie o większej mocy dawki. Zależność tę obserwuje się wyłącznie w polu wiązki.
- *Głębokość:* Na większej głębokości przy tej samej dawce obserwuje się więcej uszkodzeń cytogenetycznych niż na mniejszej głębokości.
- *Orientacja względem wiązki:* Komórki położone poza polem napromieniania są uszkadzane w takim samym stopniu niezależnie od głębokości i mocy dawki.
- *Rodzaj komórek:* Obserwacje te dotyczą zarówno komórek nowotworowych jak i prawidłowych.

Znaleziono, że odpowiedź biologiczna komórek jest zależna od mocy dawek promieniowania stosowanego w radioterapii nowotworów. Ponieważ oprócz standardowej wielkości 3 Gy/ min. zaczyna stosować się promieniowanie o innych mocach dawek – wyjaśnienie obserwowanych przez nas zależności staje się uzasadnione dla planowania radioterapii.

SZYBKA ANALIZA DICENTRYKÓW W CELU OSZACOWANIA DAWKI POCHŁONIĘTEJ

Katarzyna Sikorska[1], Iwona Buraczewska[1], Iwona Wasyk[1], Teresa Bartłomiejczyk[1], Sylwester Sommer[1], Anna Lankoff[1,2], Maria Wojewódzka[1], Marcin Kruszewski[1]

[1]*Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa;*
[2]*Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce*

Dozymetria biologiczna pozwala oszacować dawkę pochłoniętą przy pomocy analizy zmian w materiale genetycznym limfocytów krwi obwodowej. Klasycznym, najczęściej używanym, uznawanym przez IAEA za najbardziej wiarygodny testem dozymetrii biologicznej jest analiza częstości chromosomów dicentrycznych (dicentryków). Technika ta jest bardzo pracochłonna i dlatego w klasycznej wersji nie nadaje się do szacowania dawek przy masowym zdarzeniu radiacyjnym. Analizując 500 mitoz dla każdego dawcy, 1 osoba analizująca preparaty mikroskopowe jest w stanie w ciągu tygodnia oszacować dawkę u 3 dawców i to nie wliczając 48 godzinnego czasu hodowli oraz czasu potrzebnego na utrwalenie hodowli, przygotowanie i wybarwienie preparatów. Przy zdarzeniu o dużej skali, gdy potrzeba określić dawkę u dziesiątków czy setek osób, takie podejście pozwoliłoby uzyskać wyniki dopiero po kilku miesiącach, co oczywiście nie ma sensu.

Z tego względu od pewnego czasu trwają prace nad skróceniem czasu analizy dicentryków. Temat ten był opracowywany w ramach projektu MULTIBIODOSE (*Multi-disciplinary biodosimetric tools to manage high scale radiological casualties*) oraz projektu POIG *(Opracowanie wieloparametrowego testu "triage" do oceny narażenia ludności na promieniowanie jonizujące*). Generalnie istnieją 2 koncepcje: albo zmniejszenie liczby analizowanych komórek, albo zautomatyzowanie metody przy pomocy zmotoryzowanego mikroskopu i systemu do analizy obrazu Metafer (Metasystems). Zmniejszenie liczby analizowanych komórek zwiększa wprawdzie niepewność statystyczną uzyskanych wyników, ale w przypadku masowego zdarzenia najbardziej istotne jest natychmiastowe określenie, czy dana osoba będzie wymagała opieki i pomocy medycznej, do czego wystarczy bardzo pobieżne oszacowanie dawki.

Na plakacie przedstawiona będzie zależność szerokości przedziału ufności od liczby analizowanych komórek: 20, 30, 50 i 100. Tak jak należało się spodziewać, im większa liczba analizowanych komórek - tym węższy jest przedział ufności. Z drugiej strony, licząc nawet po 100 komórek można oszacować dawki u 12-15 osób tygodniowo (1 osoba licząca), a przy ocenie 20 komórek jest to aż 60 – 75 osób.

Szacowanie dawek do około 2 Gy na podstawie częstości dicentryków znalezionych w 20 czy 30 komórkach jest w wielu przypadkach niemożliwe, natomiast przy wyższych dawkach, kiedy w próbie 20 komórek znajduje się kilka czy kilkadziesiąt dicentryków - odtworzenie dawki jest wystarczająco dokładne. Dalsza analiza pokaże, czy możliwe jest wyznaczenie liczby np. 10 czy 15 znalezionych dicentryków w 20 komórkach, przy której będzie wiadomo, że istnieje wysokie prawdopodobieństwo właściwego oszacowania dawki. W takim przypadku można będzie zakończyć analizę w krótkim czasie po zanalizowaniu 20 lub 30 komórek. Analizowanie dawki w 50 i 100 komórkach pozwala w miarę dokładnie oznaczyć dawki od 0,5 Gy przy napromienieniu całego ciała.

Jeżeli napromieniona została niewielka część ciała, to obniżenie liczby liczonych komórek staje się dużo bardziej problematyczne. Dopiero od dawek o wysokości 2- 3 Gy przy 50 lub 100 analizowanych komórkach możliwe jest wykrycie częściowego napromienienia ciała, a w przypadku próby 20 komórek wykrywa się to po zdecydowanie wyższych dawkach.

Obniżenie liczby analizowanych komórek przy analizie dicentryków wydaje się być rozwiązaniem pozwalającym na szybkie odtworzenie dawki u wielu osób, jeżeli dokładne oszacowanie dawki nie jest potrzebne (triage – badanie przesiewowe).

Prace sfinansowano z projektu POIG 01.03.01-14-054/09 „Opracowanie wieloparametrycznego testu „triage" do oceny narażenia ludności na promieniowanie jonizujące" oraz projektu Strategicznego „Technologie wspierające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej" SP/J/6/143 339/11.

WPŁYW TEMPERATURY NA KINETYKĘ GENEROWANIA WODORU W REAKCJI $H + H_2O_{(C)} = OH + H_2$

Dorota Światła-Wójcik

Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, Łódź

Utlenianie cząsteczki wody atomem wodoru charakteryzuje wysoka energia aktywacji, której wartość nie została jak dotąd jednoznacznie określona. Ponadto, wyniki obliczeń i symulacji komputerowych pozwalają spodziewać się zmiany energii aktywacji na skutek przeobrażeń struktury sieci wiązań wodorowych wody zachodzącej ze wzrostem temperatury. Wysoka energia aktywacji powoduje gwałtowny wzrost szybkości reakcji w zakresie temperatur odpowiadających warunkom pracy chłodziwa reaktorów jądrowych LWR (skrót od ang. *Light Water Reactor*). Określenie kinetyki generowania wodoru w tych warunkach jest ważne ze względu na stabilność i bezpieczeństwo pracy.

Termochemiczne i modelowe obliczenia stałej szybkości reakcji $H + H_2O_{(c)} = OH + H_2$ nie dają jednoznacznych wyników, ale wskazują na konieczność jej uwzględnienia przy analizie kinetyki reakcji radiolizy wody w wysokich temperaturach (200 - 350 ^oC).

W pracy przedstawiono wyniki analizy numerycznej danych kinetycznych dotyczących reakcji rodników hydroksylowego i wodorowego: $OH + H_2 = H + H_2O_{(c)}$, $H + OH = H_2O_{(c)}$, $OH + OH = H_2O_2$, $H + O_2 = HO_2$. Obliczenia uwzględniają, dotychczas pomijaną, kinetykę reakcji $H + H_2O_{(c)} = OH + H_2$.

Badania finansowane z Narodowego Funduszu Badań i Rozwoju (Zadanie badawcze nr 7 pt: Analiza procesów generacji wodoru w reaktorze jądrowym w trakcie normalnej eksploatacji i w sytuacjach awaryjnych z propozycjami działań na rzecz podniesienia poziomu bezpieczeństwa jądrowego).

WŁAŚCIWOŚCI FIZYKOCHEMICZNE KOMPOZYTÓW TIO_2/SIO_2 NAPROMIENIONYCH WIĄZKĄ ELEKTRONÓW

Paweł Wroński, Magdalena Szadkowska-Nicze

Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, Łódź

Unieruchomienie TiO_2 na odpowiednim nośniku jest krokiem w kierunku zwiększenia użyteczności tego materiału dla celów przemysłowych i środowiskowych. Mające charakter podstawowy prace Visvanath i Ramasamy[1] oraz Jaroenworaluck i in.[2], a także aplikacyjne badania Kobayakawy i in.[3] wskazują, że posiadające porowatą strukturę, dużą zawartość krystalitów TiO_2 oraz aktywność katalityczną pod wpływem światła UV-Vis katalizatory TiO_2/SiO_2, można wykorzystać w procesach oczyszczania ścieków.

Celem naszej pracy było przygotowanie katalizatorów aktywnych pod wpływem światła widzialnego, na bazie komercyjnego żelu krzemionkowego i organicznego prekursora TiO_2 – tytanianu n-butylu. Żel krzemionkowy impregnowano mieszaniną tytanianu n-butylu z cykloheksanem lub 2-propanolem. Przygotowany układ TiO_2/SiO_2 napromieniano przy użyciu wiązki elektronów z liniowego akceleratora elektronów.

Aktywność układów TiO_2/SiO_2 modyfikowanych wiązką elektronów badano w procesie rozkładu modelowych zanieczyszczeń wody - barwnika azowego RB 81 i fenolu. Do oznaczeń stężeń rozkładanych związków wykorzystano pomiary spektrofotometryczne i analizę HPLC.

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzono, że na aktywność przygotowanych układów TiO_2/SiO_2 miały wpływ, zarówno ilość prekursora TiO_2 jak i zastosowana dawka promieniowania. Ustalono, że ilość zastosowanej domieszki organicznej tytanu nie jest proporcjonalna do ilości TiO_2 unieruchomionego na nośniku. Na podstawie stopnia rozkładu modelowych zanieczyszczeń wybrano dawkę 250 kGy, jako optymalną dla zwiększenia aktywności układów TiO_2/SiO_2 pod wpływem światła UV-Vis.

LITERATURA:
[1] R.N. Viswanath, S. Ramasamy, Coll. Surf. A, 1998, 133, 49–56;
[2] A. Jaroenworaluck, N. Pijarn, N. Kosachan, R. Stevens, Coll. Surf. A, 2012, 181– 182, 45– 55;
[3] K. Kobayakawa, C. Sato, Y. Sato, A. Fujishima, J. Photochem. and Photobiol. A: Chem. 1998, 118, 65-69;

RADIOLIZA WYBRANYCH ZWIĄZKÓW PORFIRYNOWYCH

Magdalena Ambroziak, Anna Konarska, Marian Wolszczak

Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, Łódź

Albumina osocza krwi ludzkiej (ang. Human Serum Albumin - HSA) pełni funkcję transportującą dla wielu leków, w tym pochodnych porfirynowych znajdujących zastosowanie jako fotouczulacze w fotodynamicznej terapii antynowotworowej (PDT). Wykazano, że pułapkowanie leków przez białko odgrywa rolę w korzystnym modyfikowaniu ich właściwości (1). Stwierdzono, że lek połączony z albuminą cechuje się lepszą rozpuszczalnością oraz wydłużonym czasem trwania jego aktywności (2). Z tego też powodu, scharakteryzowanie zdolności wnikania fotouczulacza do wnętrza HSA jest istotne w aspekcie PDT.

Celem prezentowanej pracy jest określenie stopnia obsadzenia białka przez porfiryny i scharakteryzowanie reaktywności 5,10,15,20-tetrakis (4-sulfofenylo) porfiryny (TSPP) oraz protoporfiryny IX (PPIX) z rodnikami i elektronem hydratowanym w obecności HSA.

Pomiary radiolizy impulsowej wskazują na dużą różnicę w efektywności procesu redukcji porfiryn w roztworze homogenicznym w stosunku do roztworu zawierającego dodatkowo białko. Znaczny spadek stałych szybkości procesów rodnikowych z udziałem porfiryn w obecności HSA związany jest ze zmianą lokalnego stężenia zmiatacza (czynnik geometryczny) oraz z ograniczoną swobodą wnikania elektronu hydratowanego i badanych rodników (np. anionorodnika $Cl_2^{-\bullet}$) do wnętrza białka (konkurencja reakcji: rodniki - porfiryna i rodniki - HSA). Technika radiolizy impulsowej dostarczyła danych świadczących o konkurencyjności wiązania TSPP oraz chloryny e6 w HSA.

Literatura:

[1] O. Rinco, J. Brenton, A. Maxwell, M. Henderson, K. Indrelie, J. Wessels, J. Widin. The effect of porphyrin structure on binding to human serum albumin by fluorescence spectroscopy. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. 208 (2009) 91-96.

[2] X. Liu, D. Songa, Q. Zhang, Y. Tian, Z. Liu, H. Zhang. Characterization of drug-binding levels to serum albumin using a wavelength modulation surface plasmon resonance sensor. Sensors and Actuators B. 117 (2006) 188–195.

Praca została wykonana w ramach projektu badawczego nr N N204 537339 finansowanego przez MNiSW.

RADIOLIZA IMPULSOWA POCHODNYCH CHINOKSALIN-2-ONU

Konrad Skotnicki[1], Julio de La Fuente[2], Krzysztof Bobrowski[1]

[1]*Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa;*
[2]*Univesidad de Chile, Santiago*

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat chinoksalinony przyciągały uwagę naukowców ze względu na szerokie spektrum efektów farmakologicznych jakim się charakteryzują. Pochodne chinoksalinonu wykazują działanie grzybobójcze [1], antymikrobiologiczne [2], przeciwzakrzepowe [3], przeciwbólowe [4], przeciwlękowe [5] oraz przeciwnowotworowe.[6] Dodatkowo udowodniono, że są inhibitorami aktywności niektórych enzymów wirusa HIV.[7]

Największe nadzieje wiąże się z pewnymi pochodnymi omawianych związków, przyczyniają się do zahamowania angiogenezy komórek nowotworowych. Badania dowodzą, że pewna grupa pochodnych chinoksalin-2onu inhibituje aktywność receptorów płytkopochodnych czynników wzrostu (Platelet-Derived Growth Factors Receptors), czyli protein, odpowiedzialnych za podział i różnicowanie się komórek. Jedną z pochodnych PDGFs jest onkogen c-sis, którego nadekspresję potwierdzono w wielu typach nowotworów.

Podstawione chinoksalin-2-ony wiążą się z receptorami białkowymi zlokalizowanymi blisko kieszeni wiążącej adenozyno-5'-trifosforan.[8] Fakt ich wiązania w tym specyficznym miejscu może mieć daleko idące konsekwencje związane z interakcją z elektronodonorowymi resztami aminokwasów takich jak tyrozyna, tryptofan, histydyna. Niemniej jednak w dostępnej literaturze znajduje się niewiele doniesień na temat reakcji rodnikowych jakim ulegają chinoksalinony.

Do badań została użyta technika nanosekundowej radiolizy impulsowej sprzężona z detekcją UV-VIS. W trakcie eksperymentów uzyskano widma produktów przejściowych reakcji 3-metylochinoksalin-2-onu z rodnikiem hydroksylowym oraz solwatowanym elektronem w środowisku wodnym. Dodatkowo zbadano kinetyki powstawania i zaniku powstałych indywiduów.

Literatura:
[1] S. J. Ingale, S. Gupta, N. Upmanyu, M. Pande, Asian J. Chem., 2007, 19, 3797-3802.
[2] M. M. Ali, M. M. F. Ismail, M. S. A. El-Gaby, M. A. Zahran, Y. A. Ammar, Molecules, 2000, 5, 864-873.
[3] U. J. Ries, H. W. M. Priepke, N. H. Hauel, S. Handschuh, G. Mihm, J. M. Stassen, W. Wienen, H. Nar, Bioorg. Med. Chem. Lett. 2003, 13, 2297-2302.
[4] A. Mule, G. Pirisino, P. Manca, M. Satta, A. Peana, F. Savelli, Farmaco-Edizione Scientifica, 1988, 43, 613-618.
[5] G. Olayiwola, C.A. Obafemi, F. O. Taiwo, Afr. J. Biotechnol., 2007, 6, 777-786.
[6] J. Gris, R. Glisoni, L. Fabian, B. Fernandez, A. G. Moglioni, Tetrahedron Lett., 2008, 49, 1053-1056.
[7] A. Carta, S. Piras, G. Loringa, G. Paglietti, Mini-Rev Med. Chem., 2006, 6, 1179-1200.
[8] Y. Mori, T. Hirokawa, K. Aoki, H. Satomi, S. Takeda, M. Aburada, K. I. Miyamoto, Chem. Pharm. Bull, 2008, 56, 682-687.

ANALIZA PROMIENIOWRAŻLIWOŚCI *IN VITRO* I *IN VIVO* LIMFOCYTÓW PACJENTEK Z NOWOTWOREM SZYJKI MACICY– KORELACJA Z ODCZYNAMI POPROMIENNYMI

Aneta Węgierek-Ciuk[1], Halina Lisowska[1], Andrzej Wójcik[1,2], Piotr Kędzierawski[3], Agnieszka Florek[3], Stanisław Góźdź[3], Anna Lankoff[1,4]

[1]*Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce;*
[2]*Stockholm University, Stockholm;*
[3] *Świętokrzyskie Centrum Onkologii w Kielcach, Kielce;*
[4]*Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa*

Pomimo wielu lat stosowania radioterapii, jej uboczne efekty ciągle są jednym z największych problemów tego sposobu leczenia nowotworów. Współczesne badania radiobiologiczne ogniskują się więc na poszukiwaniu testów, które w sposób dokładny, powtarzalny i szybki umożliwiłyby ocenę indywidualnej promieniowrażliwości zdrowych tkanek przed rozpoczęciem radioterapii. Niestety, obecnie nie można wskazać żadnego z testów, który spełniałby takie warunki. Jedną z przyczyn jest niewystarczająca znajomość mechanizmów odpowiedzialnych za promieniowrażliwość komórkową.

Celem pracy była analiza promieniowrażliwości *in vitro* i *in vivo* limfocytów pacjentek z nowotworem szyjki macicy, a następnie korelacja uzyskanych wyników z odczynami popromiennymi po zakończeniu radioterapii. Miarą promieniowrażliwości komórkowej była częstość mikrojąder popromiennych.

Badania przeprowadzono na limfocytach krwi obwodowej 18 pacjentek z nowotworem szyjki macicy. Do badań pobierano krew żylną przed rozpoczęciem radioterapii, 3 tygodnie po rozpoczęciu radioterapii oraz po zakończeniu radioterapii. W trakcie radioterapii dla każdego dawcy zakładano: (1) hodowlę bez napromienienia *in vitro, (2)* hodowlę napromienianą dodatkowo *in vitro* 2 Gy promieniowaniem gamma (^{60}Co). Odczyny popromienne zdrowych tkanek (odbytnica, pęcherz moczowy, skóra) oceniano po zakończeniu radioterapii w oparciu o skalę EORTC/RTOG.

Wyniki badań wykazały istotne międzyosobnicze zróżnicowanie w częstości spontanicznych i popromiennych mikrojąder, indukowanych *in vitro* przed radioterapią, indukowanych *in vivo* w trakcie radioterapii jak i indukowanych *in vivo* w trakcie radioterapii i dodatkowo napromienionych *in vitro*. Analiza statystyczna wykazała brak korelacji między częstością spontanicznych i popromiennych mikrojąder, indukowanych *in vitro* przed radioterapią, indukowanych *in vivo* w trakcie radioterapii jak i indukowanych *in vivo* w trakcie radioterapii i dodatkowo napromienionych *in vitro*, a nasileniem ostrych odczynów popromiennych ze strony odbytnicy, pęcherza moczowego oraz skóry.

WPŁYW PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO NA AKTYWNOŚĆ ACETYLOCHOLINOESTERAZY ERYTROCYTÓW CZŁOWIEKA W OBECNOŚCI FULERENOLU $C_{60}(OH)_{36}$

Anita Krokosz[1], Jacek Grębowski[1], Marian Wolszczak[2], Aleksandra Rodacka[1], Mieczysław Puchała[1].

[1] *Uniwersytet Łódzki, Łódź;*
[2] *Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, Łódź*

Badania wskazują, że fulerenole, o liczbie przyłączonych grup –OH powyżej 18, są dobrze rozpuszczalne w roztworach wodnych i mogą pełnić funkcję radioprotekcyjną w niektórych układach biologicznych. Jednak istnieją również badania, z których wynika, że te nanocząstki mogą być cytotoksyczne wobec niektórych linii komórkowych.

Obecnie brak pełnej i usystematyzowanej wiedzy nad wpływem fulerenoli $C_{60}(OH)_n$ na funkcje komórek poddanych działaniu promieniowania jonizującego.

W niniejszej pracy określano wpływ promieniowania jonizującego na aktywność acetylocholinoesterazy (AChE) erytrocytów człowieka w obecności fulerenolu $C_{60}(OH)_{36}$.

Erytrocyty (hematokryt 2%) zawieszone w buforowanej fosforanami soli fizjologicznej (PBS), pH 7,4, inkubowano z fulerenolem w stężeniu 150 mg/dm^3 w 37°C przez 1 godz. Następnie próbki były napromieniowane wiązką elektronów z akceleratora ELU-6 (6-8 MeV) dawkami 650 Gy lub 1300 Gy. Po 2 godz. od zakończenia napromieniowania wykonano oznaczenia aktywności AChE metodą *Ellmana i wsp., 1961*. Równolegle wykonano oznaczenia wpływu fulerenolu w stężeniach 25-150 mg/dm^3 na aktywność AChE. Próbki inkubowano w 37°C przez 3 godz. Z krzywych Lineweaver’a–Burk’a, uzyskanych z kinetyki Michaelisa–Menten, wyznaczono stałe kinetyczne V_{max} i K_m.

AChE, która jest enzymem zakotwiczonym w zewnętrznej warstwie błony plazmatycznej erytrocytów, jest często stosowanym i wiarygodnym narzędziem do określania wpływu wielu czynników chemicznych i fizycznych na składniki strukturalne i funkcjonalne błony plazmatycznej.

Fulerenol w zastosowanym zakresie stężeń nie wykazywał istotnego wpływu na aktywność enzymu, zmniejszając w niewielkim stopniu wartość K_m dla najwyższego ze stężeń. Napromieniowanie erytrocytów w warunkach doświadczenia nie wpływało znacząco na parametry kinetyczne AChE, natomiast napromieniowanie erytrocytów w obecności fulerenolu w stężeniu 150 mg/dm^3 w istotny sposób zmniejszało powinowactwo enzymu do substratu. Otrzymane wyniki potwierdzają możliwość przyłączania się fulerenolu do białek błony plazmatycznej erytrocytów i indukowanie zmian w jej strukturze i funkcji.

ODDZIAŁYWANIE NANOCZĄSTEK FULERENOLU NA ERYTROCYTY CZŁOWIEKA PODDANE DZIAŁANIU ELEKTRONÓW O WYSOKICH ENERGIACH

Jacek Grębowski[1], Anita Krokosz[1], Karolina Szkopińska[1], Marian Wolszczak[2], Mieczysław Puchała[1]

[1]*Uniwersytet Łódzki, Łódź;*
[2]*Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, Łódź*

Promieniowanie jonizujące jest szeroko wykorzystywane w wielu gałęziach nauki i gospodarki m.in. w medycynie czy energetyce jądrowej. Jednak, pomimo wielu korzyści płynących z wykorzystania promieniowania jonizującego należy pamiętać o niebezpieczeństwie, jakie niesie za sobą działanie tego promieniowania na komórki prawidłowe. W wyniku napromieniowania tkanek prawidłowych podczas radioterapii istnieje możliwość wtórnej indukcji nowotworu [1,2]. Prowadzona radioterapia chorób nowotworowych polega, nie tylko na stosowaniu promieniowania jako czynnika uszkadzającego komórki nowotworowe, ale wymaga także stosowania preparatów, które spełniałyby funkcję ochronną dla zdrowych narządów i tkanek chroniąc je przed niekorzystnymi, wczesnymi lub późnymi skutkami radioterapii.

Alternatywą dla obecnie stosowanych farmaceutyków mogą być polihydroksylowe pochodne fulerenu - fulerenole. W badaniach nad wykorzystaniem fulerenów w radioochronie, fulerenole stanowią obiekt dużego zainteresowania, gdyż obecność wiązań sprzężonych, wysokie powinowactwo elektronowe, łatwość przyłączania rodników, reakcje z podstawnikami nukleofilowymi oraz duża polarność cząsteczki sprawiają, iż fulerenol spełnia wszystkie warunki dobrego radioprotektora [3]. Fulerenole oddziałują z błoną komórkową, strukturą komórkową niezbędną do właściwego funkcjonowania komórki [4]. W związku z powyższym testujemy hipotezę, czy fulerenol może wykazywać radioochronne właściwości wobec erytrocytów człowieka.

Celem pracy było określenie wpływu fulerenolu na wybrane parametry błon erytrocytarnych w warunkach stresu generowanego radiacyjnie. W pracy zbadano wpływ fulerenolu na konformację i utlenianie grup -SH białek błonowych oraz poziom peroksydacji lipidów w erytrocytach człowieka poddanych napromieniowaniu elektronami o wysokich energiach 6-8 MeV w obecności fulerenolu.

Literatura:
[1]Citrin D, Cotrim AP, Hyodo F, Baum BJ, Krishna MC, Mitchell JB. (2010) *Oncologist.* 5: 360-371.
[2]Rusthoven K, Chen C, Raben D, Kavanagh B. (2008) *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 71: 192-198.
[3]Grebowski J, Krokosz A. (2010) *Postepy Biochem.* 56: 456-462.
[4] Grebowski J, Krokosz A, Puchala M. (2013) *Biochim Biophys Acta*.1828: 241-248.

Projekt finansowany przez Narodowe Centrum Nauki. Środki zostały przyznane na podstawie umowy nr 2011/03/N/ST4/01281

INFLUENCE OF SELECTED PROTOBERBERINES ON THE FREQUENCY OF IONIZING RADIATION-INDUCED MICRONUCLEI IN HELA CELLS

Katarzyna Stępień[1] Anita Wylazowska[1], Anna Konarska[2], Marian Wolszczak[2], Aneta Węgierek-Ciuk[1], Marcin Kruszewski[3,4], Maria Wojewódzka[3], Anna Lankoff[1,3]

[1] Jan Kochanowski University, Kielce;
[2] Institute of Applied Radiation Chemistry, Lodz University of Technology, Lodz;
[3]Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warszawa,
[4]Institute of Rural Health, Lublin

Protoberberines are members of the family of berberine-related isoquinolines plant alkaloids, which have been used widely in Chinese and Indian folk medicine for many years. Recently many studies have demonstrated a wide range of pharmacologic effects of these compounds, including formation of complexes with DNA, inhibitory effect on cell-cycle progression, tumor cells proliferation and topoisomerase I and II activity. Based on these mechanistic insights, it should be expected that protoberberines can act as potent radiosensitizers.

The objective of our work was to determine the influence of berberine, coralyne and palmatine on the frequency of ionizing radiation-induced micronuclei. HeLa cells (human epithelial carcinoma cell line) were treated with 5 μM of berberine or 5 μM coralyne or 5 μM palmatine for 24 hours and then irradiated with 2 Gy of X-rays (1.5 Gy/min). All experiments with these compounds were performed under red light. Cell were cultured in RPMI 1640 medium supplemented with 10% fetal bovine serum, 2 mM L-glutamine, 100 units/ml penicillin, 100 ug/ml streptomycin at 37 ºC in a humidified, 5% CO_2 incubator. Cytochalasin B (final concentration in the cell cultures was 3 mg/ml) was added to the cultures at 2 hours post irradiation. 24 hours after irradiation the cells were fixed with cold methanol: glacial acetic acid and stained with Giemsa stain. The frequency of micronuclei and replicative index were scored in 1000 binucleated cells.

Our results revealed the increased frequency of micronuclei in HeLa cells after the combined treatment of berberine with ionizing radiation, coralyne with ionizing radiation and palmatine with ionizing radiation as compared with radiation alone. Experiments are continuing to identify the molecular mechanisms of this phenomenon.

REAKCJE RODNIKÓW NADTLENKOWYCH Z FLAWONOIDAMI – EKSPERYMENT I SYMULACJA KINETYCZNA

Piotr Meisner, Jerzy L. Gębicki

Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, Łódź

Flawonoidy to grupa ponad 9000 naturalnych związków polifenolowych o zróżnicowanej budowie i właściwościach. Występując w owocach, warzywach i nasionach oraz w winie, kawie oraz herbacie stanowią integralną część naszej diety. Dzięki swej polifenolowej strukturze są dobrymi zmiataczami wolnych rodników, mają także zdolność do chelatowania kationów metali. Jako antyoksydanty mają działanie lecznicze w stanach zapalnych i w alergiach, działają przeciwwirusowo oraz przeciwnowotworowo. Znana jest także ich aktywność prooksydacyjna, w pewnych warunkach również korzystna dla zdrowia.

Celem naszych badań jest poznanie mechanizmu oddziaływania flawonoidów z nadtlenkami aminokwasów.

Przedstawiamy wyniki badań nad reaktywnością katechiny (CAT), epigalokatechiny (EGC), galusanu epigalokatechiny (EGCG) oraz kwasu galusowego (GA) względem rodników nadtlenkowych waliny (L-ValOO$^{\bullet}$). Rodniki były generowane przy zastosowaniu radiolizy impulsowej oraz obserwowane metodą szybkiej spektrofotometrii kinetycznej. Złożone widma absorpcyjne oraz wiele reakcji zachodzących w wyniku radiolizy wodnych roztworów wybranych katechin skłoniły nas do przeprowadzenia symulacji kinetycznej przy użyciu prostego programu CKS 1.01 (IBM Almaden Research Center). Pozwoliło to oszacować stałą szybkości reakcji rodników nadtlenkowych waliny z wybranymi katechinami. Zaproponowaliśmy także szereg produktów przejściowych tej reakcji. Omówiona będzie zależność mechanizmu reakcji od budowy flawonoidu.

BADANIA PROCESÓW REKOMBINACJI ELEKTRONÓW W NAPROMIENIOWANYCH CIECZACH NIEPOLARNYCH

Mariusz Wójcik

Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, Łódź

Procesy rekombinacji elektronów i kationów powstałych wskutek jonizacji układu przez promieniowanie stanowią ważny etap w fizykochemicznym stadium radiolizy ośrodka. Istotnym problemem teoretycznym jest określenie, jaka część elektronów unika rekombinacji, dzięki czemu może być zebrana na elektrodach po przyłożeniu do badanego układu zewnętrznego pola elektrycznego.

W prezentowanej pracy, do opisu procesów rekombinacji bliźniaczej elektronów i jonów w cieczach niepolarnych zastosowano nową metodą teoretyczną wykorzystującą tzw. kryterium Metropolisa [1,2]. Przeprowadzono obliczenia dla kilku węglowodorów i innych cieczy niepolarnych wykazując, że klasyczna teoria rekombinacji Onsagera nie stosuje się do układów, w których ruchliwość elektronów przekracza ~10 cm^2/Vs. W oparciu o dane eksperymentalne wyznaczono średnie odległości termalizacji elektronów dla szeregu cieczy niepolarnych. Odległości te są znacznie krótsze w porównaniu z przewidywaniami teorii Onsagera i wykazują prawidłowości, których nie zaobserwowano wcześniej.

Przeprowadzono również obliczenia prawdopodobieństwa rekombinacji elektronów w torach promieniowania w skroplonym argonie rozwijając opracowaną wcześniej metodę symulacyjną [3]. Bezpośrednim bodźcem do wykonanych badań były nowe wyniki eksperymentalne uzyskane w Narodowym Laboratorium Akceleratorowym im. Fermiego w Batavii (USA) przy użyciu detektora cząstek elementarnych ArgoNeuT. W wynikach tych obserwuje się zależność wydajności zebranych elektronów od gęstości jonizacji oraz kąta pomiędzy torem cząstki jonizującej i kierunkiem przyłożonego pola elektrycznego. Wykonane obliczenia symulacyjne pozwoliły na uzyskanie lepszej zgodności z danymi eksperymentalnymi niż w przypadku stosowanych dotąd modeli empirycznych opartych o teorię rekombinacji kolumnowej Jaffego.

Literatura

[1] A. Mozumder, M. Wojcik, *Chem. Phys. Lett.* 514, 257 (2011).
[2] A. Mozumder, M. Wojcik, *Radiat. Phys. Chem.* 85, 167 (2013).
[3] M. Jaskolski, M. Wojcik, *J. Phys. Chem. A* 115, 4317 (2011).

BIOKOMPATYBILIZACJA POWIERZCHNI POLIURETANÓW ZA POMOCĄ RADIACYJNIE INICJOWANEJ POLIMERYZACJI RAFT

Marta Walo, Grażyna Przybytniak

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa

W ostatnich latach prowadzone są intensywne badania nad nowatorską metodą szczepienia radiacyjnego, wykorzystującą kontrolowaną polimeryzację rodnikową z udziałem odwracalnego przeniesienia addycyjno-fragmentacyjnego łańcucha RAFT (ang. reversible addition - fragmentation chain transfer polymerization). Szczepienie metodą RAFT w odróżnieniu od stosowanych aktualnie metod tradycyjnych, umożliwia kontrolę długości zaszczepionych łańcuchów, prowadząc do uzyskania nowych materiałów o różnej topologii i zdefiniowanych właściwościach powierzchniowych [1]. Jednym z zastosowań aplikacyjnych tej techniki jest modyfikacja hydrofobowych polimerów dedykowanych zastosowaniom biomedycznym, takich jak podłoża dla komórek w inżynierii tkankowej i inteligentne systemy uwalniania leków czy poprawa właściwości powierzchniowych biomateriałów [2].

Celem niniejszej pracy było przeprowadzenie biokompatybilizacji powierzchni alifatycznych poliuretanów za pomocą radiacyjnie inicjowanej polimeryzacji RAFT. Przedmiotem badań były poli(estrouretany) na bazie oligo(adypinianu etylenowo-butylenowego)diolu, diizocyjanianu izoforonu oraz 1,4-butanodiolu. Monomer stanowił *N*-izopropyloakrylamid (NIPAAm), a czynnik RAFT (cyjanometylo)(1-dodecylo) tritiowęglan (CDTC). Szczepienie przeprowadzono metodą pośrednią, napromieniając najpierw próbki w obniżonej temperaturze (suchego lodu lub ciekłego azotu) w warunkach beztlenowych, stosując stężenie monomeru w zakresie 40-60% wt. Założona długość łańcucha zmieniała się od 30 000 do 60 000 Da.

Uzyskane dotychczas wyniki potwierdziły, że promieniowanie gamma jest skutecznym inicjatorem reakcji polimeryzacji RAFT. Wydajności szczepienia modyfikowanych próbek zmieniały się w zakresie 20-40% w zależności od stężenia monomeru, dawki absorpcyjnej oraz czasu kontaktu próbka-monomer/czynnik RAFT. Wstępne pomiary właściwości powierzchniowych poliuretanów po procesie szczepienia wykazały, że PUR odznaczają się wyższą hydrofilowością powierzchni.

W kolejnym etapie badań planuje się wykonanie pomiarów ciężaru cząsteczkowego mieszaniny poreakcyjnej i skorelowaniu tych danych z założonymi długościami łańcucha, w celu potwierdzenia przebiegu polimeryzacji RAFT w kontrolowany sposób.

Literatura
[1] G. Moad, E. Rizzardo, S.H. Thang, Aust J Chem, 59 (2006) 669-692.
[2] L. Barner, S. Pereira, S. Sandanayake, T.P. Davis, J Polym Sci Pol Chem, 44 (2006) 857-864.

Praca finansowana w ramach projektu Narodowego Centrum Nauki (2011/03/N/ST4/02952).

WYDAJNOŚĆ CHEMORADIACYJNA WODORU W ROZTWORACH WODNYCH W OBECNOŚCI NANOCZĄSTEK TLENKU CYRKONU

Monika Celuch[1], Konrad Skotnicki[1], Krzysztof Bobrowski[1], Agnieszka Masłowska[2], Joanna Kisała[2], Dariusz Pogocki[1,2]

[1]Instytut Chemii I Techniki Jądrowej, Warszawa;
[2]Uniwersytet Rzeszowski, Rzeszów

Obecność tlenków metali wywiera znaczący wpływ na wydajności chemoradiacyjne produktów radiolizy wody, co potwierdzają dotychczasowe badania [1-4]. Jednak do tej pory większość badań skupiała się głównie na ocenie wpływu rodzaju tlenku na wydajność produkcji wodoru, nie biorąc pod uwagę wielkości drobin. Tlenek cyrkonu (ZrO_2), należy do grupy tlenków, które zwiększają chemoradiacyjną wydajność wodoru ($G(H_2)$).

Mechanizm międzyfazowego transferu energii nie jest do końca poznany, ale uznaje się, że jest kluczowym czynnikiem powodującym wzrost wydajności wodoru. Dowiedziono, że wydajność produkcji wodoru z jednostki powierzchni tlenku jest stała, a co za tym idzie, im bardziej rozwinięta powierzchnia (czyli im mniejszy rozmiar cząstek), tym więcej wodoru zostaje wyprodukowane [5]. Większość dotychczasowych badań dotyczyła układów, w których masa wybranego tlenku w sposób znaczący przewyższa masę wody, dlatego depozycja energii promieniowania zachodzi prawie całkowicie w objętości tlenku [6]. Jednak w warunkach pracy elektrowni jądrowej, bardziej prawdopodobne jest, że energia promieniowania jonizującego deponowana jest w wodzie „zanieczyszczonej” tlenkami metali.

W naszych badaniach się skupiliśmy się na syntezie drobin ZrO_2 oraz wyznaczeniu wydajności chemoradjacyjnej wodoru $G(H_2)$ w obecności nanocząstek ZrO_2 o różnych rozmiarach ziaren.

Literatura:
[1] M. Nakashima, N. M. Masaki, *Radiat. Phys. Chem.* 47 (1996) 241-245.
[2] Al. Cecal, M. Goantaa, M. Palamarua, T. Stoicescub, K. Popa, A. Paraschivescu, V. Anita, *Rad. Phys. and Chem.* 62 (2001) 333–336.
[3] J,.A. LaVerne, L. Tandon, *J. Phys. Chem. B* 106 (2002) 380-386.
[4] N. G. Petrik, A. B. Alexandrov, A. I. Vall, *J. Phys. Chem. B* 105(2001) 5935 5944.
[5] S. Le Caër, *Water* 3 (2011) 235-253.
[6] O. Roth, A. Hiroki, J. A. LaVerne, *J. Phys Chem. C* 115 (2011) 8144–8149.

POLE ELEKTROMAGNETYCZNE EMITOWANE PRZEZ TELEFON KOMÓRKOWY W KABINIE KIEROWCY SYMULATORA JAZDY SAMOCHODEM

Piotr Politański

Instytut Medycyny Pracy, Łódź

Celem niniejszej pracy było określenie rozkładów pola elektromagnetycznego (PEM) emitowanego przez telefon komórkowy w kabinie symulatora jazdy samochodem. Badanie to stanowiło wstęp do badań oddziaływania PEM na funkcjonowanie organizmu kierowcy planowanych w latach przyszłych.

Źródłem PEM był sterowany komputerowo przy wykorzystaniu oprogramowania serwisowego telefon Nokia 6650 pracujący w systemie UMTS, umieszczany w pozycjach typowych dla dwóch konfiguracji: przy uchu kierowcy oraz na desce rozdzielczej, jako element zestawu głośnomówiącego. Badanie przeprowadzono w dwóch kabinach symulatorów: samochodu ciężarowego Mercedes Actros oraz autobusu Autosan A1010.

Stwierdzono znaczne perturbacje PEM w kabinach obu symulatorów wynikające z odbić pola emitowanego przez telefon komórkowy oraz indukowania się pola wtórnego w metalowych elementach wyposażenia kabiny symulatora.

Dla emitowanego z pełną mocą sygnału testowego, kierowca podlegał ekspozycji na pole elektryczne dochodzące do 27 V/m (okolica ucha), gdy telefon znajduje się przy głowie, zaś nie przekraczało ono 15,2 V/m (prawa stopa), gdy telefon znajdował się na desce rozdzielczej.

GENOTOKSYCZNY WPŁYW MODULOWANEGO IMPULSOWO POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO 900 MHZ NA LUDZKIE LIMFOCYTY I LUDZKIE KOMÓRKI NOWOTWOROWE W HODOWLACH *IN VITRO*

Elżbieta Rosiak[1,2], Wanda Stankiewicz[1], Elżbieta Sobiczewska[1], Paweł Sobiech[1], Jarosław Kieliszek[1], Leszek Królicki[2]

[1]*Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, Warszawa;*
[2]*Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa*

Genotoksyczne działanie pola elektromagnetycznego (PEM) pozostaje przedmiotem badań od kilkudziesięciu lat. Wyniki tych wieloletnich badań nie dostarczyły jednak przekonujących dowodów na mutagenny wpływ PEM na materiał genetyczny komórki. Rozwój systemów telefonii komórkowej i gwałtowny wzrost liczby osób eksponowanych na impulsowe pole elektromagnetyczne spowodował, że badania genotoksycznego wpływu PEM nabrały ponownie znaczenia w aspekcie powstawania i rozwoju nowotworów u osób eksponowanych.

Celem prezentowanych badań było zbadanie genotoksycznego wpływu PEM 900 MHz, charakterystycznego dla systemów telefonii komórkowej, na izolowane ludzkie limfocyty krwi obwodowej oraz izolowane z guza wątroby ludzkie komórki nowotworowe.

Badania prowadzono na hodowlach ciągłych izolowanych z ludzkiej krwi obwodowej limfocytów i izolowanych z guza wątroby ludzkich komórek nowotworowych. Hodowle komórek eksponowane były 15 minut w polu elektromagnetycznym (PEM) modulowanym impulsowo (częstotliwość f = 900 MHz, natężenie pola elektrycznego E = 20 V/m, modulacja: czas trwania impulsu Ti = 570 μs, okres powtarzania impulsów Tp = 1,14 ms , współczynnik SAR = 0,024 W/kg). Wykonywano dwukrotną ekspozycję w PEM (I i II ekspozycja). Hodowle komórek eksponowano po założeniu hodowli oraz po pierwszym i drugim pasażu komórek. W hodowli kontrolnej i hodowlach poddawanych ekspozycji w PEM określano metodami cytometrii przepływowej liczbę aberracji chromosomalnych w komórkach, odsetek komórek apoptotycznych w hodowli oraz badano fazy cyklu komórkowego.

Wyniki przeprowadzonych *in vitro* badań nie przyniosły jednoznacznego potwierdzenia genotoksycznego wpływu impulsowego pola elektromagnetycznego 900 MHz na komórki ludzkich limfocytów i ludzkie komórki nowotworowe z guza wątroby. Zaobserwowane subtelne zmiany w niektórych z badanych parametrów sugerują konieczność kontynuowania badań.

WYSOKOMOCOWE IMPULSY BRONI ELEKTROMAGNETYCZNEJ I ICH SKUTKI BIOLOGICZNE

Roman Kubacki[1], Kamil Brzóska[2], Iwona Buraczewska[2], Anna Lankoff[2,3], Katarzyna Sikorska[2], Sylwester Sommer[2], Maria Wojewódzka[2], Marcin Kruszewski[2], Marian Wnuk[1]

[1]*Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa;*
[2]*Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa;*
[3]*Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce*

Impulsy broni elektromagnetycznej charakteryzują się ekstremalnie wysokimi mocami oraz bardzo krótkimi czasami trwania pojedynczych impulsów. Impulsy te nazywane są HPEM (z ang. High Power ElectroMagnetics) i mają zdolność niszczenia elementów elektronicznych urządzeń, co może być wykorzystywane jako broń elektromagnetyczna. Pomimo braku potwierdzających badań uważa się, że impulsy te są bronią niezabijającą (non-lethal weapon). Mimo wszystko, silne impulsy elektromagnetyczne mogą wpływać na ekspresję białek, powodować uszkodzenia DNA jak również indukować efekt genotoksyczny w komórkach. Powstaje pytanie czy impulsy HPEM o krótkim czasie trwania – rzędu nanosekund mogą indukować takie efekty. Badania przeprowadzono w impulsowym polu elektromagnetycznym wytwarzanym w generatorze typu DS-110 (prod niemieckiej). Generator ten bazuje na generatorze Marxa i wytwarza impulsy na częstotliwości głównej 350 MHz. Impulsy te charakteryzują się następującymi czasami trwania: 5 ns – główna część impulsu oraz 35 ns - pozostała część impulsu. W celu zwiększenia natężenia pola zastosowano dodatkowo reflektor kątowy. Eksponowane próbki umieszczone były w odległości 0,5 m od anteny, a natężenie pole elektromagnetycznego wynosiło 240 kV/m.

W celu zbadania czy wysokomocowe impulsy elektromagnetyczne mają wpływ na zmianę ekspresji białek (test RT-PCR), wywołują uszkodzenia DNA (chemicznie indukowane PCC) oraz powodują zmiany genotoksyczne (automatyczny test mikrojądrowy) komórki CHO K1 oraz ludzkie limfocyty krwi obwodowej poddano działaniu 10, 100 oraz 300 impulsów *in vitro* i porównano z nie-traktowanymi komórkami.

Metodą real-time PCR zbadano wpływ impulsów elektromagnetycznych o wysokiej mocy na ekspresję 88 genów związanych ze szlakiem sygnalizacyjnym NF-κB w komórkach krwi obwodowej. Szlak NF-κB jest aktywowany w komórkach ssaczych w odpowiedzi na patogeny biologiczne, cytokiny oraz chemiczne i fizyczne czynniki uszkadzające komórkę. Najbardziej znaczące zmiany ekspresji zaobserwowano w przypadku genów ATF1 (activating transcription factor 1), GJA1(gap junction protein, alpha 1), IFNA1 (interferon, alpha 1), IFNB1 (interferon, beta 1, fibroblast).

Test mikrojądrowy jest jednym z najczęściej używanych testów genotoksycznych. Obliczono częstości mikrojąder zarówno w komórkach CHO K1 jak i limfocytach. Częstość kontrolna mikrojąder w komórkach CHO K1 wynosiła 14 (odchylenie standardowe 3,61) i nie różniła się istotnie od częstości mikojąder w komórkach traktowanych 10 (7,33 ± 1,53), 100 (8,00 ± 2,00) czy 300 impulsami (11,00 ± 0,00). Częstość kontrolna mikrojąder w limfocytach ludzkich wynosiła 7,67 (± 0,58) i również nie różniła się istotnie od częstości mikrojąder w limfocytach traktowanych 10 (10,00 ± 4,00), 100 (9,67 ± 2,31) i 300 impulsami (9,67 ± 2,08).

Na podstawie otrzymanych wyników badań można stwierdzić, że analizując częstości mikrojąder zarówno w komórkach CHO K1 jak i ludzkich limfocytach nie stwierdzono genotoksycznego wpływu tychże impulsów. Działanie wysokomocowych impulsów elektromagnetycznych wywołuje natomiast stres w komórkach o czym świadczy zwiększona ekspresja genów kodujących interferony oraz inne białka szlaku NF-κB. Szczegółowe analizy poszczególnych efektów, a szczególnie doświadczenia z zmianą ekspresji genów i indukowaniu dodatkowych fragmentów PCC, w korelacji do natężenia pola elektrycznego oraz parametru SAR (Specyfic Absorption Rate), zostaną przedstawione w trakcie prezentacji.

ZAGROŻENIA BEZPIECZEŃSTWA W PLACÓWKACH REZONANSU MAGNETYCZNEGO W POLSCE

Jolanta Karpowicz, Krzysztof Gryz

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

W Polsce eksploatowanych jest obecnie ponad 200 skanerów rezonansu magnetycznego (SRM), wykorzystywanych w medycznej diagnostyce obrazowej, o magnesach 0,15-3T. Rutynowe wykorzystanie tych urządzeń związane jest z narażeniem na pola magnetostatyczne (PMS) kilkuset pracowników (głównie elektroradiologów, pielęgniarek i sprzątaczy). Ponadto przy urządzeniach tych mogą występować poważne zagrożenia zdrowia i życia związane z oddziaływaniem magnesów na infrastrukturę techniczną. Prezentowane badania dotyczyły charakterystyki narażenia różnych grup pracowników na pola elektromagnetyczne oraz podatności przedmiotów metalowych na oddziaływanie PMS.

Narażenie pracowników różnych grup zawodowych scharakteryzowano na podstawie badań pól elektromagnetycznych występujących w otoczeniu magnesów 35 SRM 0,15-3T, tj. PMS, pól magnetycznych cewek gradientowych oraz elektrycznych i magnetycznych pól radiofalowych, a także 100 profili ekspozymetrycznych PMS. Badania podatności przedmiotów metalowych o masie 0,4-500g na oddziaływanie PMS wykonano z użyciem laboratoryjnego źródła (0-30mT) oraz przy różnego typu SRM (B_0=0,2-1,5T).

Odległości od obudowy magnesu SRM, w jakich mogą wystąpić zagrożenia balistyczne wynoszą: do 0,5-2,5 m przy skanerach 0,2-3T (z przodu lub z tyłu magnesu). Przy rutynowych badaniach diagnostycznych (w czasie asystowania pacjentom lub aplikacji kontrastu) narażenie na PMS wynosi najczęściej – wartość maksymalna 5-15%B_0, wartość średnia 0,5-7%B_0, a czas narażenia na PMS>0,5mT - 0,5-8minut. Jednakże, przy niewłaściwej organizacji pracy poziom narażenia dochodzi do B_0. Natężenie radiofalowego pola elektrycznego w obszarze pól strefy zagrożenia PMS nie przekracza 10 V/m, natężenia radiofalowego pola magnetycznego 0,04 A/m, a pola gradientowe nie przekraczają 0,1 T/s. Warunki narażenia przy omawianych pracach spełniają wymagania dyrektywy 2004/40/WE. Prezentowane dane nie dotyczą narażenia przy śródoperacyjnym wykorzystaniu rezonansu magnetycznego, kiedy dopuszczalne są nielimitowane narażenia pracowników na PMS, pod warunkiem działań profilaktycznych zaleconych przez nową dyrektywę europejską (20. Dyrektywę indywidualną’2013).

Opracowana no podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (projekt II.B.08).

POLA ELEKTROMAGNETYCZNE W ŚRODOWISKU WSPÓŁCZESNEGO CZŁOWIEKA NA PRZYKŁADZIE WIELKIEGO MIASTA

Halina Aniołczyk, Magda Mariańska, Paweł Mamrot

Instytut Medycyny Pracy , Łódź

Rozwój cywilizacji technicznej, a zwłaszcza elektryfikacji oraz upowszechnienie radiokomunikacji sprawiły, że większość ludności świata żyje obecnie w środowisku elektromagnetycznym o znacznie wyższych natężeniach od tego, które istniało chociażby sto lat temu. To przekroczenie naturalnych czynników środowiskowych w biosferze było dotychczas szczególnie wyraźne w obszarach niskich częstotliwości promieniowania nie-jonizującego. Obecnie obszar ten się poszerza o zakres częstotliwości powyżej 1 GHz, stosowanej przede wszystkim w łączności bezprzewodowej i Internecie. Współczesna wiedza nie wyjaśnia w pełni znaczenia promieniowania elektromagnetycznego dla organizmów żywych, szczególnie w zakresie tak wysokich częstotliwości.

Celem prowadzonych badań jest ocena poziomu tła pola elektromagnetycznego (PEM) od źródeł zewnętrznych w miejscu stałego pobytu ludzi. Dokonano analizy danych z Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) w kontekście możliwości ich wykorzystania do tego celu. Stwierdzono ich ograniczoną przydatność z uwagi na wiele ograniczeń oraz sposób interpretacji uzyskiwanych danych pomiarowych. Natomiast dane te wykorzystano do wyboru reprezentatywnej lokalizacji do badań szczegółowych ekspozycji na PEM, na podstawie których miasto Łódź wybrano jako reprezentatywne dla ośrodków wielkomiejskich. Ilustracją ww. ograniczeń może być poniższy przykład. Pogłębiona analiza wykazywanych natężeń pola elektrycznego (E) dla przykładowej lokalizacji dużego placu w centrum miasta Łodzi według ww. Monitoringu podaje, że najwyższa wartość wynosiła 1.64 V/m (średnia ok. 0.35 V/m) na wysokości 2 m npt. podczas gdy nasze badania pokazały, że już przy zmierzonej wartości 1.1 V/m (średnia 0.63 V/m) na wysokości 2 m npt. w pomieszczeniach wysokiego budynku usytuowanego na tym placu występuje pole E o wartości 2.55 V/m na III p.a 2.85 V/m w otwartym oknie na IV p. Nasza analiza widmowa PEM wykazała, że te pola pochodzą od ponad 50 źródeł, głównie BTS’ów (0.80 V/m), 2 stacji radiowych (0.12 V/m), 1 stacji telewizyjnej (0.05 V/m). PMŚ nie wykonuje takich pomiarów. Przygotowano własną klasyfikację terenów do badań na terenie wielkiego miasta. Opracowano narzędzie badawcze, które powinno znaleźć praktyczne zastosowanie w kontroli poziomów ekspozycji przede wszystkim w pomieszczeniach przeznaczonych na stały pobyt ludzi. Może też stanowić wskazówki dla PMŚ. Podano przykłady wyników przeprowadzonych badań. Badania są kontynuowane.

INSTYTUT CHEMII I TECHNIKI JĄDROWEJ W WARSZAWIE JAKO JEDNA Z ORGANIZACJI WSPARCIA TECHNICZNEGO (TSO TECHNICAL SUPPORT ORGANIZATION) DLA PROGRAMU ROZWOJU ENERGETYKI JĄDROWEJ W POLSCE

Sylwester Sommer, Marcin Kruszewski, Andrzej Chmielewski

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa

Organizacje wsparcia technicznego programów energetyki jądrowej funkcjonują w każdym kraju, który posiada lub planuje rozwój elektrowni atomowych. Jako instytucja są uznane za niezbędne przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej (IAEA) i mają wspierać organizacje dozoru jądrowego (tzw. regulatorów) w zakresie szeroko pojętej ochrony radiologicznej oraz w każdej dziedzinie wskazanej przez regulatora.

W większości krajów funkcjonuje tylko jedno TSO, a jego wielkość zależna jest od wielkości urzędu regulatora – im większy jest urząd, tym więcej kompetencji może zagospodarowywać (tak, że mniejsze TSO jest potrzebne) oraz od tego czy dozwolone jest, że te same organizacje są również wsparciem technicznym dla operatora elektrowni jądrowych. Jednoczesne funkcjonowanie jako TSO dla regulatora i operatora elektrowni jest praktykowane i przy zachowaniu transparentności finansowej, etyki i rozdzielenia kompetencji wewnątrz TSO - możliwe. Jednak część urzędów regulatora nie godzi się na to, uzasadniając swój punkt widzenia kwestiami etycznymi.

Uważamy, że w Polsce będzie zapotrzebowanie na kilka TSO ponieważ żaden z instytutów zajmujących się szeroko pojętą nauką czy aspektami technicznymi technologii nuklearnej nie posiada wiedzy i kompetencji, które zaspokoiłyby potrzeby regulatora. Z drugiej strony, lista organizacji będących TSO powinna być krótka i stabilna, bo tylko pewność finansowania i utrzymania wiedzy gwarantują odpowiedni poziom kultury nauki niezbędny w ochronie radiologicznej.

ICHTJ w bliskiej współpracy z CLOR podpisały w połowie 2012 roku porozumienie z prezesem PAA o współpracy naukowej i eksperckiej, co jest pierwszym, ważnym krokiem nominowaniu TSO w naszym kraju.

W przypadku ICHTJ zakres współpracy obejmuje:

- dozymetrię biologiczną, w tym cytogenetyczne metody oceny dawki pochłoniętej u osób narażonych na promieniowanie jonizujące oraz nowe (niecytogenetyczne) metod dozymetrii indywidualnej;
- radiobiologię, szczególnie radiotoksykologię i radiobiologię komórkową, podstawy oporności komórek ssaków na promieniowanie jonizujące i stres oksydacyjny;
- genetyczne i epigenetyczne czynniki odpowiedzi na promieniowanie jonizujące;
- cykl paliwowy, począwszy od wydzielania uranu z rud, a na przerobie wypalonego paliwa jądrowego kończąc;
- oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią nieożywioną, szczególnie odporność radiacyjną polimerów i rozcieńczalników stosowanych podczas przerobu wypalonego paliwa jądrowego;
- ocenę kompetencji laboratoriów radiochemicznych tworzących sieć monitoringu radiacyjnego kraju wykonywanej na podstawie porównań międzylaboratoryjnych i badań biegłości zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 17043:2010;
- detekcję oraz pomiary zawartości radionuklidów alfa- beta- i gamma promieniotwórczych w materiałach środowiskowych i żywności w przypadkach zdarzeń radiacyjnych;
- detekcję oraz pomiary kontrolnych materiałów eksploatacyjnych i wody chłodzącej obu obiegów reaktorów jądrowych;

W przypadku CLOR zakres współpracy obejmuje:

- ogólnokrajowy monitoring radiacyjny,
- monitoring lokalny,
- ocenę narażenia na promieniowanie jonizujące ogółu ludności i pracowników narażonych zawodowo na promieniowanie jonizujące.

ZAWODOWE NARAŻENIE NA PROMIENIOWANIE RENTGENOWSKIE W POLSCE (WEDŁUG DANYCH INSTYTUTU MEDYCYNY PRACY W ŁODZI)

Sylwia Papierz, Zbigniew Kamiński, Małgorzata Adamowicz, Janusz Kacprzyk, Marek Zmyślony

Instytut Medycyny Pracy, Łódź

W ostatnich latach obserwuje się szybki rozwój techniki rtg pozwalającej na wykonywanie coraz bardziej zróżnicowanych oraz złożonych procedur zarówno diagnostycznych, jak i terapeutycznych co pociąga za sobą konieczność zapewnienia coraz lepszej ochrony nie tylko pacjentom, ale także personelowi medycznemu. Jednym z podstawowych elementów systemu ochrony radiologicznej jest system limitacji dawek granicznych.

W pracy przedstawiono wyniki oceny dawek efektywnych promieniowania jonizującego osób zawodowo narażonych na promieniowanie rtg w Polsce w roku 2012 przeprowadzonych przez Zakład Ochrony Radiologicznej w Łodzi. Ocena narażenia pracowników wykonywana jest na podstawie ciągłych pomiarów dawek indywidualnych (wyrażonych jako indywidualny równoważnik dawki Hp(10)) lub pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy dla każdego roku kalendarzowego. Ocena dawki efektywnej prowadzona jest z użyciem metody dozymetrii filmowej lub termoluminescencyjnej zgodnie z procedurą badawczą akredytowaną przez Polskie Centrum Akredytacji (zakres akredytacji AB 327). Średnia roczna dawka Hp(10) w roku 2012 była na poziomie 0,5mSv (roczny limit dawki dla Hp(10) wynosi 20mSv) i wartość ta utrzymuje się na stałym poziomie w okresie ostatniego 10-lecia. Ponad 99% rocznych dawek nie przekroczyło 5% rocznego limitu.

W pracy przedstawiono także wyniki prowadzonej oceny indywidualnych równoważników dawek Hp(0,07) promieniowania jonizującego u medycznych pracowników zakładów radiologii interwencyjnej zawodowo narażonych na promieniowanie rentgenowskie w roku 2012 przeprowadzonych przez Zakład Ochrony Radiologicznej IMP w Łodzi.

Zgromadzone w bazie Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi dane na temat ekspozycji osób (w przeważającej części pracowników służby zdrowia) zawodowo narażonych na promieniowanie rtg w roku 2012 oraz analiza tych danych w odniesieniu do lat wcześniejszych wskazują na sprawdzony i ugruntowany system ochrony radiologicznej osób zawodowo narażonych na promieniowanie jonizujące w Polsce.

MEDYCYNA NUKLEARNA W POLSCE

Krzysztof A. Pachocki[1], Agata Sackiewicz-Słaby[2]

[1] Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Warszawa;
[2] Centrum Onkologii, Warszawa

Stosując promieniowanie jonizujące medycyna nuklearna stanowi istotną i unikalną gałąź metod diagnostycznych i leczniczych.

Celem podjętych badań było zebranie, na bazie dostępnych danych literaturowych oraz przeprowadzonego badania ankietowego, danych pozwalających odpowiedzieć na pytanie: Jakim potencjałem (kadrowym, aparaturowym, itp.) medycyna nuklearna dysponuje w Polsce.

Nie ma jednej statystycznej bazy dotyczącej medycznych zastosowań promieniowania jonizującego w Polsce. Dla zebrania niezbędnych danych statystycznych należało posłużyć się kilkoma istniejącymi bazami.

W Polsce funkcjonuje 55 zakładów medycyny nuklearnej działających w ramach publicznej służby zdrowia oraz 8 ośrodków niepublicznych. Obecnie w medycynie nuklearnej pracuje ok. 252 lekarzy, w tym ok. 151 posiadających specjalizację z zakresu medycyny nuklearnej (co oznacza, że jeden lekarz specjalista przypada na 300 tys. mieszkańców). W zakładach medycyny nuklearnej zatrudnionych jest także ok. 170 osób z wyższym wykształceniem (m.in. biolodzy, chemicy, fizycy, elektronicy, informatycy). Jest to grupa pracowników ważna dla rozwoju placówek medycyny nuklearnej, zajmująca się sprawnością aparatury, rozwojem nowych technik diagnostycznych oraz rozwojem radiofarmaceutyków. Personel średni działający w pracowniach medycyny nuklearnej (technicy i pielęgniarki) oraz personel pomocniczy to szacunkowo grupa ok. 500 pracowników. Z przeprowadzonych badań ankietowych wynika, iż średnio w zakładzie medycyny nuklearnej pracują 22 osoby. Szacuje się, że w placówkach tych funkcjonuje 127 gamma kamery, 10 skanerów PET/CT i 16 systemów hybrydowych SPECT/CT. W roku 2000 wykonano ok. 117 435 badań diagnostycznych, natomiast w roku 2008 liczba ta wzrosła do ok. 156 214 badań (obecnie ok. 170 tys.), z czego aż 38% stanowiły najprostsze badania scyntygraficzne tarczycy, 25% badań stanowiły badania scyntygraficzne kości, 11% badania serca i 10% badania nerek.

Liczba wykonywanych w Polsce diagnostycznych badań radioizotopowych powinna w ciągu 5-6 lat wzrosnąć o 300%.

Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

DOZYMETRIA ŚRODOWISKOWA – GDZIE I JAK?

Małgorzata Adamowicz, Sylwia Papierz, Janusz Kacprzyk, Zbigniew Kamiński, Marek Zmyślony

Instytut Medycyny Pracy, Łódź

Zgodnie z Ustawą z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe, ocena narażenia pracowników prowadzona jest na podstawie kontrolnych pomiarów dawek indywidualnych lub pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy. Dokonywanie wstępnej oceny narażenia pracowników na podstawie wyników pomiarów dawek indywidualnych lub pomiarów dozymetrycznych w środowisku pracy i przedstawianie jej kierownikowi komórki organizacyjnej należy do zakresu obowiązków inspektorów ochrony radiologicznej.

W związku z powyższym Zakład Ochrony Radiologicznej, w trakcie swojej długoletniej praktyki w zakresie dozymetrii promieniowania fotonowego, wielokrotnie otrzymywał sygnały, między innymi od inspektorów ochrony radiologicznej, odnośnie problemów z wyborem właściwej dozymetrii w miejscu pracy. Szczególną uwagę zwracano klientom na korzyści oraz wady stosowania dozymetrii środowiskowej w miejscach narażonych na działanie promieniowania fotonowego.

W pracy omówiono problematykę stosowania dozymetrii środowiskowej w miejscach pracy a tym samym zapewnienie bezpieczeństwa pracowników przy wykonywaniu pracy w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące. Ponadto przedstawiono wyniki, przeprowadzone przez Zakład Ochrony Radiologicznej w Łodzi, oceny przestrzennego równoważnika dawki H*(10) w zależności od rodzaju oraz do jakich celów stosowano promieniowanie fotonowe.

PROMIENIOUCZULAJĄCY WPŁYW NANOCZĄSTEK SREBRA NA LUDZKIE KOMÓRKI NOWOTWOROWE A549 I HEPG2

Teresa Bartłomiejczyk, Iwona Grądzka, Marcin Kruszewski

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa

Nanocząstki (NP) definiuje się jako cząstki o średnicy nie przekraczającej 100 nm. Obecnie są one szeroko stosowane w przemyśle i medycynie oraz w codziennym życiu. Najczęściej stosowanymi, ze względu na ich bakteriostatyczne właściwości są nanocząstki srebra (AgNP). Niedawno pokazano, że wywołują one w komórkach ssaków stres oksydacyjny oraz działają cyto- i genotoksycznie [1]. Test kometowy ujawnił ponadto, że inkubacja komórek HepG2 z AgNP (20 nm, 2 godz.) przed napromienieniem promieniami X (2 Gy) podwyższa poziom pojedynczoniciowych pęknięć DNA oraz obniża szybkość naprawy tych uszkodzeń w porównaniu z kontrolą nie traktowaną wstępnie nanocząstkami [2].

Obecnie prowadzone są badania nad potencjalnym wykorzystaniem nanosrebra jako czynnika uczulającego komórki na promieniowanie jonizujące i ewentualnym zastosowaniem go w radioterapii nowotworów.

Celem pracy było zbadanie łącznego działania AgNP i promieniowania X na ludzkie komórki nowotworowe. Do badań użyto komórek HepG2 (raka wątroby) i A549 (raka płuc). Przeżywalność komórek określano stosując test klonogenności: Do komórek osadzonych na szalkach dodawano na 2 godz. AgNP (20 nm) w stężeniu 3 μg/ml. Następnie odpłukiwano nanocząstki za pomocą pożywki i napromieniano komórki różnymi dawkami promieniowania X (0 – 8 Gy). Po napromienieniu, komórki inkubowano w 37^0C w inkubatorze z 5% CO_2 przez 8 -10 dni a następnie utrwalano formaldehydem i wybarwiano roztworem Giemzy. Liczono klony składające się z co najmniej 50 komórek. Dla każdej dawki promieniowania obliczano przeżywalność, jako procent liczby klonów w stosunku do nienapromienionej kontroli, odpowiednio dla komórek traktowanych i nie traktowanych nanosrebrem. Wyniki przedstawiono jako średnie z co najmniej trzech niezależnych doświadczeń.

Wykazano, że przeżywalność komórek A549 poddanych działaniu AgNP a następnie napromienianych dawkami 2 i 4 Gy promieniowania X była znacząco niższa w porównaniu z kontrolą nie traktowaną nanocząstkami; analogicznie, przeżywalność komórek HepG2 poddanych działaniu AgNP i napromienianych dawkami: 0,5; 1; 2 Gy była znacząco niższa w porównaniu z kontrolą. Tym samym uzyskano potwierdzenie, że nanocząstki srebra o średnicy 20 nm uczulają komórki nowotworowe na promieniowanie jonizujące.

Literatura:
[1] Kruszewski M. i wsp., Adv. Mol. Toxicol., t.5, red.: J.C. Fishbein. Elsevier, Amsterdam 2011, 179–218.
[2] Wojewódzka M. i wsp., Nukleonika, 2011; 56 (1): 29-33.

AUDYTY DOZYMETRYCZNE W ZAKŁADACH RADIOTERAPII W POLSCE

Wojciech Bulski, Joanna Rostkowska, Krzysztof Chełmiński

Centrum Onkologii, Warszawa

Z chwilą przystąpienia do Unii Europejskiej, Polska podjęła zobowiązanie dostosowania się do wymogów Dyrektywy 97/43 Euratom, *„w sprawie indywidualnej ochrony zdrowia przed zagrożeniami z pochodzącymi od promieniowania jonizującego w związku z narażeniem medycznym”*. W przypadku radioterapii oznaczało to konieczność wprowadzenie systemu audytów, w tym audytu dozymetrycznego. Audyt dozymetryczny przeprowadza się metodami, które pozwalają stwierdzić 5 procentowe lub mniejsze różnice w kontrolowanych wartościach dawek”. – „Audyt dozymetryczny jest przeprowadzany co roku, a jego zakres i termin podaje się zakładom radioterapii z rocznym wyprzedzeniem.”- „Uczestnictwo w audycie dozymetrycznym jest obowiązkowe.” – „Audyt dozymetryczny przeprowadzają laboratoria należące do sieci Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej i Światowej Organizacji Zdrowia lub inne laboratoria akredytowane w zakresie wzorcowania.”

Według obowiązującego obecnie w Polsce prawa i rozporządzeń wykonawczych Ministra Zdrowia ośrodki radioterapii muszą poddawać się klinicznemu audytowi zewnętrznemu. Integralnym elementem zewnętrznego audytu klinicznego jest audyt dozymetryczny. Audyt taki polega na tym, że w skład zespołu audytującego wchodzi fizyk medyczny z poza ośrodka audytowanego, który przywozi ze sobą zestaw wzorcowanych przyrządów dozymetrycznych, przy pomocy których przeprowadza pomiary dozymetryczne dla szeregu wiązek promieniowania, których wyniki porównywane są z wynikami pomiarów przeprowadzonych przez lokalnego fizyka, za pomocą lokalnego sprzętu. Ewentualne różnice są oceniane, a ich przyczyny wyjaśniane. Taki typ audytów jest kosztowny i trudny do zrealizowania w skali całego kraju. Dlatego w Polsce zdecydowano się na łatwiejszą formę dozymetrycznego audytu zewnętrznego jaką jest audyt wysyłkowy dawkomierzy termoluminescencyjnych (TLD).

Prezentacja przedstawia wyniki audytów dozymetrycznych na przestrzeni ostatnich 20-tu lat. Dotyczą one wysyłkowych audytów TLD, oraz nowo opracowywanych audytów dostosowywanych do szybko rozwijających się nowych technik radioterapii. Wysyłkowe audyty TLD spełniły swoją rolę i pozostają nadal podstawową, dobrze opracowaną, metodą audytów dozymetrycznych; Nowe, oparte o dobrze opracowane fantomy, metody audytów, obejmujące wszechstronne badanie komputerowych systemów planowania leczenia (TPS), pozwalają na wykrycie ograniczeń algorytmów obliczeniowych i ich skorygowanie. Wymagają one jednak właściwego dopracowania. Nowe metody radioterapii (tomoterapia, CyberKnife, etc.) wymagają nowych metod audytu dozymetrycznego, które są dopiero opracowywane.

WPŁYW RESWERATROLU NA CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA USZKODZEŃ DNA W KOMÓRKACH SOMATYCZNYCH NAPROMIENIANYCH MYSZY

Małgorzata M. Dobrzyńska, Aneta Gajowik, Joanna Radzikowska

Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Warszawa

Resweratrol (RSV) jest polifenolem pochodzenia naturalnego, wchodzącym w skład niektórych owoców i win, który posiada m.in. właściwości przeciwzapalne i antyoksydacyjne.

Celem badań była ocena wpływu skojarzonego działania promieniowania jonizującego i resweratrolu na indukcję uszkodzeń DNA w komórkach krwi obwodowej i szpiku kostnego.

Grupy myszy laboratoryjnych napromieniano przez 2 tygodnie (0,5 Gy lub 1 Gy, dziennie) za pomocą terapeutycznego aparatu rentgenowskiego lub poddawano je skojarzonemu działaniu promieniowania jonizującego i resweratrolu podawanego w wodzie do picia od 2 doby (0,5 Gy + 7 mg/kg RSV, 0,5 Gy + 28 mg/kg RSV, 1 Gy + 7 mg/kg RSV, 1 Gy + 28 mg/kg RSV). Do oceny uszkodzeń DNA zastosowano testy mikrojądrowy i kometowy.

Skojarzone działanie promieniowania jonizującego i resweratrolu powodowało zmniejszenie częstości występowania mikrojąder w retikulocytach krwi obwodowej i szpiku kostnego w stosunku do efektów działania samego promieniowania. Podobnie, po skojarzonym zastosowaniu obu czynników, obserwowano zmniejszenie częstości występowania pęknięć nici DNA w leukocytach szpiku kostnego.

Uzyskane wyniki wykazały, że resweratrol może niwelować niekorzystne skutki działania promieniowania jonizującego.

ZNACZENIE PROGNOSTYCZNE EKSPRESJI BIAŁKA BCL-2 I P53 DLA WCZESNEJ ODPOWIEDZI RAKA ODBYTNICY NA PRZEDOPERACYJNE NAPROMIENIANIE

Anna Gasińska, Beata Biesaga, Agnieszka Adamczyk, Joanna Niemiec, Zbigniew Darasz, Krzysztof Małecki

Centrum Onkologii, Oddział w Krakowie, Kraków

Mechanizmy wpływające na różnice w odpowiedzi na leczenie przeciwnowotworowe u kobiet i mężczyzn są dopiero poznawane i nie są uwzględniane w praktyce klinicznej. Dlatego celem pracy było sprawdzenie potencjalnych różnic w ekspresji białek, odpowiedzialnych za biologiczne cechy nowotworu u kobiet i mężczyzn oraz odpowiedzi guza na promieniowanie. U 112 chorych na raka odbytnicy oceniono przed leczeniem ekspresję: CD34, Ki-67 (MIB-1), GLUT-1, Ku70, BCL-2, P53 oraz sprawdzono ich znaczenie prognostyczne dla wczesnej odpowiedzi nowotworu na przedoperacyjne napromienianie.

Chorych leczono przedoperacyjnie napromienianiem przez 5 dni dawką 5 Gy/dzień. Operację wykonano średnio 21 (3-53) dni po radioterapii (RT). Od wszystkich osób przed leczeniem pobrano wycinek nowotworu, z którego wykonywano preparaty histologiczne, które następnie barwiono immunohistochemicznie. Ekspresję Ki-67, GLUT-1, KU70, P53 oceniano na podstawie odsetka pozytywnie wybarwionych komórek. CD34 jako liczbę pozytywnie wybarwionych naczyń krwionośnych/ 1 mm^2 nowotworu, a BCL-2 w 6-puntowej skali uwzględniającej odsetek pozytywnie wybarwionych komórek i intensywność reakcji.

Reakcja nowotworów na przedoperacyjną RT została oceniona przez patologa (na podstawie obecności lub braku komórek nowotworowych – klasyfikacja Dworaka) oraz chirurgów na podstawie materiału uzyskanego w czasie operacji. Sprawdzono również wzajemne zależności pomiędzy ekspresją białek, korelację czynników histo-klinicznych chorych z ekspresją białek, a następnie oceniono ich znaczenie prognostyczne dla oceny wczesnej reakcji nowotworu na RT.

W analizowanej grupie chorych stwierdzono 35 kobiet i 77 mężczyzn. Średni wiek chorych wynosił 60,9 (zasięg 30-82) lat. Wykazano 5 guzów w stadium pTNM=0, 46 w stadium pTNM=1, 16 w pTNM=2, 40 w stadium pTNM=3 i 5 w pTNM=4. 26 nowotworów było dobrze zróżnicowanych, 81, średnio- i 3 nowotwory niskozróżnicowane. Ze wzrostem zaawansowania klinicznego nowotworu (TNM), pTNM i stopnia złośliwości histologicznej stwierdzono istotne różnice w ekspresji Ki-67, GLUT-1, P53 i BCL-2 w nowotworach kobiet i mężczyzn. Analiza zależności pomiędzy białkami wykazała, że ekspresja BCL-2 była pozytywnie skorelowana z MIB-1 (P=0,038), a negatywnie z P53 (P=0,008). Ze wzrostem ekspresji KU70 istotnie statystycznie (P=0,012) wzrastał odsetek komórek przystosowanych do życia w hipoksji (GLUT-1). Znaczenie prognostyczne dla histopatologicznej regresji guza miała tylko ekspresja BCL-2 i P53. Duża ekspresja BCL-2 w nowotworach u mężczyzn (P=0,004), przeciwnie niż w nowotworach u kobiet wskazywała na wczesną regresję guza stwierdzaną przez patologa. Z kolei mała ekspresja P53 w nowotworach kobiet (P=0,033) była pozytywnym czynnikiem prognostycznym dla regresji nowotworu, natomiast u mężczyzn nie osiągnęła istotności statystycznej.

W czasie operacji u 37 (33,3 %) chorych stwierdzono stan stabilny choroby, u 14 (12,6 %) progresję, u 56 chorych (50,4 %) odpowiedź częściową i u 4 (3,6 %) odpowiedź całkowitą – regresję nowotworu. Ekspresja żadnego z analizowanych białek nie miała prognostycznego znaczenia dla klinicznej oceny nowotworu.

Wniosek: U chorych na raka odbytnicy poziom ekspresji BCL-2 i P53 oceniany przed leczeniem może być wskaźnikiem (innym dla kobiet i mężczyzn) dla histopatologicznej wczesnej regresji guza po przedoperacyjnej RT.

AKTYWNOŚĆ WCZESNEGO PUNKTU KONTROLNEGO FAZY G2 W FIBROBLASTACH HRS-POZYTYWNYCH I HRS-NEGATYWNYCH

Dorota Słonina[1], Anna Gasińska[1] Anna Janecka[1], Beata Biesaga[1], Damian Kabat[2]

[1]Zakład Radiobiologii Klinicznej, Centrum Onkologii, Oddział w Krakowie, Kraków
[2]Zakład Fizyki Medycznej, Centrum Onkologii, Oddział w Krakowie, Kraków

We wcześniejszych badaniach wykazaliśmy występowanie zjawiska nadwrażliwości na niskie (<0,5 Gy) dawki promieniowania jonizującego (HRS - *low dose hyperradiosensitivity*) w fibroblastach prawidłowych 4 z 25 chorych na raka szyjki macicy, co sugeruje, że efekt ten może być cechą osobniczą. Molekularny mechanizm odpowiedzialny za zjawisko HRS jest przedmiotem badań. Uważa się, że nadwrażliwość na niskie dawki promieniowania jest efektem śmierci komórek, które napromienione w fazie G2 cyklu komórkowego, nie zostają zatrzymane we wczesnym punkcie kontrolnym G2 w wyniku czego przechodzą z uszkodzonym DNA do fazy mitozy (M) i giną w procesie apoptozy.

Przejście komórek z fazy G2 do fazy M związane jest z fosforylacją histonu H3 (H3). Zatem oceniając ekspresję fosforylowanego H3 w komórkach przed i po napromienianiu możemy wnioskować o aktywności wczesnego punktu kontrolnego fazy G2. Spadek liczby komórek mitotycznych (z ufosforylowanym H3) będzie równoznaczny z ich zatrzymaniem w aktywnym punkcie kontrolnym G2. Natomiast podobna liczba komórek mitotycznych przed i po napromienianiu oznacza brak aktywności wczesnego punktu kontrolnego G2.

Na konferencji zostaną zaprezentowane wyniki porównania aktywności wczesnego punktu kontrolnego fazy G2 (po napromienianiu dawkami od 0,1 do 2 Gy) w fibroblastach 4 chorych HRS-pozytywnych i 4 chorych HRS-negatywnych.

WPŁYW WARUNKÓW RADIOTERAPII NA ODPOWIEDŹ BIOLOGICZNĄ KOMÓREK PRAWIDŁOWYCH I NOWOTWOROWYCH

Maria Konopacka[1], Jacek Rogoliński[1], Krzysztof Ślosarek[2]

[1] *Centrum Badań Translacyjnych i Biologii Molekularnej Nowotworów, Centrum Onkologii, Oddział w Gliwicach, Gliwice*
[2] *Zakład Planowania Radioterapii i Brachyterapii, Centrum Onkologii, Oddział w Gliwicach, Gliwice*

Podczas przechodzenia promieniowania jonizującego o zaplanowanej energii przez środowisko zmienia się jego widmo energetyczne w ten sposób, że spada udział promieniowania bezpośredniego (pierwotnego), a wzrasta udział promieniowania rozproszonego, o mniejszej energii. Mniejsza energia wiąże się z większą skutecznością biologiczną promieniowania, zatem można oczekiwać, że efekty biologiczne indukowane przez promieniowanie rozproszone (obecne na dużych głębokościach ośrodka wodnego oraz poza wiązką promieniowania) mogą być inne niż efekty indukowane przez promieniowanie pierwotne.

W pracy porównano stopień spadku liczby uszkodzonych komórek napromienianych na różnych głębokościach w ośrodku wodnym ze spadkiem dawki fizycznej promieniowania na tych głębokościach. Zbadano także rolę zjawiska sąsiedztwa *(„bystander effect*”) w odpowiedzi komórek na działanie promieniowania pierwotnego i rozproszonego.

Eksperymenty przeprowadzono na ludzkich komórkach prawidłowych (BEAS-2B) i nowotworowych (A549). Komórki umieszczone w fantomie wodnym na głębokościach 3 - 16 cm eksponowano na promieniowanie elektronowe (22 MeV, 300 MU/min) generowane w wiązce lub 4 cm poza polem. Zbadano także efekt sąsiedztwa indukowany przez komórki napromieniane, stosując technikę hodowli nienapromienionych komórek (sąsiednich) w podłożu kondycjonowanym zebranym z komórek napromienianych w różnym położeniu względem wiązki. W komórkach eksponowanych na działanie promieniowania oraz podłoża kondycjonowanego liczono komórki zawierające mikrojądra i wykazujące kondensację chromatyny charakterystyczną dla procesu apoptozy. Metodą cytometrii przepływowej analizowano zmiany w rozkładzie cyklu komórkowego.

W komórkach prawidłowych i nowotworowych napromienianych na różnych głębokościach w fantomie wodnym zaobserwowano rozbieżność pomiędzy liczbą komórek apoptotycznych i zawierających mikrojądra, a rozkładem dawki fizycznej. W polu napromienienia rozbieżność ta była szczególnie widoczna na głębokościach 10 – 16 cm, natomiast poza polem – na wszystkich głębokościach. Zmiany w rozkładzie cyklu komórkowego (zahamowanie w fazie G2) obserwowano tylko w komórkach napromienianych w wiązce. Podłoże kondycjonowane zebrane z napromienionych komórek indukowało zmiany cytogenetyczne w komórkach sąsiednich w takim samym stopniu, niezależnie od głębokości ośrodka i odległości względem wiązki.

Rozbieżność pomiędzy rozkładem dawki fizycznej na różnych głębokościach, a liczbą komórek z uszkodzeniami cytogenetycznymi może wynikać ze zmiany widma energetycznego promieniowania przechodzącego przez ośrodek wodny i wzrost udziału promieniowania rozproszonego, o mniejszej niż promieniowanie pierwotne energii. Uszkodzenia te powstają głównie na drodze przekazywania sygnałów z komórek napromienionych do sąsiednich. Otrzymane wyniki sugerują, że komórki prawidłowe znajdujące się poza wiązką promieniowania jak i na większych głębokościach ośrodka mogą być uszkadzane w większym stopniu, niż wynika to z wielkości zaabsorbowanej dawki promieniowania.

DOSE-MATIC: A COMPUTATIONAL TOOL FOR BIOLOGICAL DOSIMETRY AND BIOMONITORING

Maciej Janowicz[1,2], Iwona Buraczewska[3], Marcin Kruszewski [3,4,] Sylwester Sommer[3], Iwona Wasyk[3], Maria Wojewódzka[3], Anna Lankoff[3,5]

[1]*Institute of Physics Polish Academy of Sciences, Warsaw;*
[2]*Warsaw University of Live Sciences, Warsaw;*
[3]*Institute of Nuclear Chemistry and Technology, Warsaw;*
[4]*Institute of Rural Health, Lublin;*
[5] *Jan Kochanowski University, Kielce*

The objective of our work was to develop a multiparametric computational tool for dose estimation and data analysis in biological dosimetry and biomonitoring. The resulting program DOSE-MATIC contains six main modules which allow to analyze the results of dicentric assay, micronucleus assay, gamma-H2AX assay, PCC assay**,** *Comet assay and RICA assay.* The core of the program is a part of code to compute the calibration curves separately for the mentioned assays by finding the appropriate coefficients, to test the quality of fitting by using several tests and to estimate the doses as well as their confidence intervals. In addition, *the program* contains three modules for dose estimation in case of acute whole body exposure, partial body exposure and protracted and fractionated exposure. *Representative calibration curves are implemented for automated dose estimation, which can be reconstructed by the users.* DOSE-MATIC is a user-friendly free software, distributed under the GNU GPLv2 license. The program has been written in the C# language. Versions for two platforms have been prepared. The Windows version has been developed with the help of Visual Studio 2010 Express Edition and uses NET Platform 4.0. The Linux version has been developed with the help of Mono JIT compiler 2.6.7 (Mono/.NET 4.0 runtime environment). However, the code could equally well be compiled with older versions of the NET Platform starting with 2.0. In both Linux and Windows, the program functions as a Windows Forms Application. A graphical desktop application with graphical interface has been created for both beginning and advanced users. The software is currently tested and will be available to download at the authors' webpages.

This work was supported by grant number WND-POIG.01.03.01-14-054/09

NANOCZĄSTKI SREBRA HAMUJĄ POPROMIENNĄ NAPRAWĘ DNA W KOMÓRKACH HEPG2

Sylwia Męczyńska-Wielgosz, Maria Wojewódzka, Anna Lankoff, Teresa Iwaneńko, Marcin Kruszewski

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa

Nanotechnologia jest jedną z najprężniej rozwijających się dziedzin nauki. Nanocząstki to cząstki, których co najmniej jeden z wymiarów nie przekracza 100 nm. Istnieją w przyrodzie lub mogą być wytwarzane w wyniku działań człowieka. Mały rozmiar nanocząstek jest przyczyną ich niezwykłych właściwości chemicznych i fizycznych. Nanomateriały są obecnie stosowane w wielu dziedzinach przemysłu. Jednym z najczęściej używanych nanomateriałów są nanocząstki srebra. Nanocząstki srebra to dobrze znany środek antybakteryjny i bakteriostatyczny, wykorzystywany na szeroką skalę w kosmetologii i medycynie. Mimo powszechności użycia, wciąż brak jest jednoznacznych informacji o wpływie nanocząstek srebra na środowisko i zdrowie człowieka, a przede wszystkim o toksyczności oraz mechanizmie działania. Z reguły toksyczność nanocząstek wiąże się generowaniem przez nie reaktywnych form tlenu (RFT). RFT generowane przez nanocząstki prowadzą do powstawania oksydacyjnych uszkodzeń DNA, takich jak utlenione zasady i pęknięcia jednoniciowe.

W prezentowanej pracy zbadano wpływ nanocząstek srebra na popromienną naprawę DNA w komórkach HepG2. Komórki traktowano nanocząstkami srebra (100 μg/ml) przez 2h, po tym czasie zmieniano pożywkę i komórki napromieniowano dawką 2 Gy. Powstałe uszkodzenia DNA mierzono za pomocą testu kometowego. Traktowanie komórek HepG2 nanocząstkami srebra powodowało powstawanie uszkodzeń DNA, a efekt ten był zależny od rozmiarów nanocząstek.

Nanocząstki srebra miały także wpływ na szybkość naprawy popromiennych uszkodzeń DNA. Traktowanie komórek HepG2 nanocząstkami srebra Ag-20 nm hamowało popromienną naprawę uszkodzeń DNA w tych komórkach.

WPŁYW ANIONORODNIKA PONADTLENKOWEGO NA ZMIANY FUNKCJONALNE I STRUKTURALNE DEHYDROGENAZY ALDEHYDU 3-FOSFOGLICERYNOWEGO I DEHYDROGENAZY MLECZANOWEJ

Aleksandra Rodacka, Julita Rochowiak, Joanna Strumiłło, Mieczysław Puchała

Uniwersytet Łódzki, Łódź

Stres oksydacyjny w układach biologicznych występuje w przypadku zachwiania równowagi między wytwarzaniem a usuwaniem reaktywnych form tlenu (RFT) i azotu (RFA). Skutkiem stresu oksydacyjnego w pierwszym etapie są przede wszystkim uszkodzenia białek z uwagi na dużą ich zawartość w komórkach i dużą reaktywność z ROS i RNS. Oksydacyjne uszkodzenia i agregacja białek może prowadzić do wielu chorób, w tym neurodegeneracyjnych. Wielu badaczy uważa, że GAPDH jest główną tarczą stresu oksydacyjnego w komórce. Oksydacyjne modyfikacje GAPDH prowadzą do zaburzeń w prawidłowym funkcjonowaniu komórek (np. w procesach glikolizy, naprawach DNA, inicjowaniu apoptozy). Podwyższony poziom stresu oksydacyjnego może powodować agregację i oligomeryzację GAPDH w cytoplazmie, co prowadzi do śmierci komórki. Proces agregacji poprzedzają konformacyjne zmiany struktury GAPDH, którym towarzyszy m.in. wzrost zawartości struktury β, wzrost hydrofobowości powierzchniowej białka.

W niniejszej pracy badano wpływ anionorodnika ponadtlenkowego generowanego w reakcji ksantyny z oksydazą ksantynową na aktywność oraz zmiany strukturalne dehydrogenazy aldehydu 3-fosfoglicerynowego (GAPDH) i dehydrogenazy mleczanowej (LDH). Wykazano, że anionorodnik ponadtlenkowy powoduje znaczącą inaktywację GAPDH natomiast nie wpływa na aktywność LDH. Duży spadek aktywności GAPDH spowodowany jest utlenianiem grupy tiolowej występującej w centrum aktywnym enzymu. Znacznej inaktywacji GAPDH towarzyszą zmiany w obszarach hydrofobowych cząsteczki mierzone ilością związanego znacznika fluorescencyjnego - Bis-ANS. Ilość miejsc wiążących zwiększa się z 5,4±0,1 cząsteczek znacznika na tetramer GAPDH do 6,7±0,3 dla enzymu poddanego działaniu anionorodnika. W przypadku LDH nie obserwowano zmian w dostępności obszarów hydrofobowych wiążących Bis-ANS. Natomiast, zmiany w strukturze II-rzędowej LDH poddanej działaniu anionorodnika były większe w porównaniu do zmian obserwowanych dla GAPDH.

Dla inaktywacji badanych dehydrogenaz większe znaczenie mają zmiany w strukturze III-rzędowej niż zmiany w strukturze II-rzędowej. Kluczowe znaczenie mają reszty aminokwasów w obszarach katalitycznych enzymów

WPŁYW RESWERATROLU NA KOMÓRKI NERWIAKA PŁODOWEGO (NEURO-2A) W WARUNKACH STRESU OKSYDACYJNEGO

Aleksandra Rodacka, Joanna Gerszon, Joanna Strumiłło, Mieczysław Puchała

Uniwersytet Łódzki, Łódź

Resweratrol (3,5,4'-trihydroxy-trans-stilben) jest naturalnie występującym polifenolem. Głównym źródłem tego związku są winogrona, orzeszki ziemne, skórka morwy i czarnej porzeczki. Wiele badań wykazało że związek ten wykazuje właściwości antyoksydacyjne, kardioprotekcyjne, przeciwzapalne, a także przeciwnowotworowe.

Nerwiak płodowy (neuroblastoma) jest najczęściej występującym nowotworem u niemowląt i dzieci do drugiego roku życia. Leczenie polega głównie na chirurgicznym usunięciu skojarzonym z chemioterapią i radioterapią. Nowotwór ten bardzo często oporny jest na chemioterapię co znacznie utrudnia leczenie.

W poprzednich naszych pracach wykazaliśmy, że resweratrol w warunkach stresu oksydacyjnego może wykazywać właściwości prooksydacyjne w stosunku do dehydrogenazy aldehydu 3-fosfoglicerynowego. Celem niniejszej pracy było sprawdzenie jaki wpływ w warunkach stresu oksydacyjnego wykazuje resweratrol na komórki mysiego nerwiaka płodowego (Neuro-2a).

Komórki Neuro-2a traktowano nadtlenkiem wodoru w czasie 24 godzin w obecności i pod nieobecność resweratrolu. Resweratrol o stężeniu od 5μM do 40 μM dodawano do medium hodowlanego 3, 6 lub 12 godzin przed dodaniem nadtlenku wodoru. Określano przeżywalność komórek na podstawie testu MTT oraz poziom apoptozy i nekrozy metodą cytometrii przepływowej z użyciem testu *Annexin-V FITC Apoptosis K*it.

Stężenie nadtlenku wodoru, które spowodowało spadek przeżywalności komórek do około 50% wynosiło 20 μM. Przeżywalność komórek zmniejszała się znacznie jeśli do medium hodowlanego dodawano resweratrol 3, 6 lub 12 godzin przed dodaniem nadtlenku wodoru o stężeniu 20 μM. Zaobserwowano ponadto, że wraz ze wzrostem stężenia resweratrolu (niezależnie od czasu inkubacji przed dodaniem H_2O_2) w większym stopniu spada przeżywalność Neuro-2a. Resweratrol dodawany do medium hodowlanego wraz z nadtlenkiem wodoru wzmagał także apoptozę.

Niniejsze badania jednoznacznie potwierdzają prooksydacyjne właściwości rewsweratrolu w stosunku do komórek nerwiaka płodowego.

^{1}H NMR ŻYWYCH KOMÓREK C6 GLEJAKA SZCZURZEGO – METABOLICZNA ODPOWIEDŹ NA NAPROMIENIENIE

Maria Sokół, Łukasz Matulewicz

Centrum Onkologii, Oddział w Gliwicach, Gliwice

Choć radioterapia jest powszechnie stosowana w onkologii, dostępnych jest tylko kilka prac opisujących zastosowania technik NMR wysokiej rozdzielczości w badaniach skutków napromienienia żywych komórek promieniowaniem jonizującym [1,2]. Spektroskopia MR to jednak podstawowe narzędzie dostarczające informacji o metabolizmie komórek [3]. Aby więc uzyskać wgląd w procesy metaboliczne przebiegające w napromienianych komórkach glejaka, zdecydowaliśmy się obserwować metaboliczną odpowiedź na promieniowanie X żywych komórek – reprezentowanych przez linię C6 glejaka szczurzego – stosując spektroskopię NMR.

Badania prowadzono na linii komórkowej C6 glejaka szczurzego. Komórki napromieniono dawką D0 (3.8 Gy) w temperaturze pokojowej promieniowaniem X wygenerowanym przez przyspieszacz Clinac-600C/D. Próbek porównawczych nie napromieniano. Po napromienieniu komórki poddano inkubacji w świeżym medium przez 24, 48, 72 i 96 h. Monitorowano aktywność metaboliczną i proliferacyjną komórek przy użyciu testów biologicznych. Widma ^{1}H NMR żywych kultur komórkowych osadzonych w agarozie rejestrowano na spektrometrze Varian Inova-300.

Porównując komórki napromieniane z nienapromienionymi stwierdzono statystycznie istotne różnice w aktywności metabolicznej i liczności żywych komórek. Czas inkubacji nie wpłynął istotnie na żywotność komórek napromienianych. Analiza cyklu komórkowego wykonana metodą cytometrii przepływowej nie wykazała obecności ewidentnych procesów apoptozy w komórkach – zarówno tych napromienionych, jak i porównawczych.

Podstawową cechą widm ^{1}H NMR napromienianych komórek C6 jest obecność intensywnych sygnałów związków lipidowych. Wraz z wydłużaniem się czasu inkubacji sygnał pochodzący od grupy metylenowej CH_2 związków lipidowych rośnie, podczas gdy integralna intensywność sygnału grupy metylowej CH_3 pozostaje stała.

Analiza rezultatów pracy wskazuje, że zmiany proporcji CH_2/CH_3 integralnych intensywności sygnałów lipidowych nie są wskaźnikiem śmierci komórek C6 lub ich statusu proliferacyjnego, lecz prawdopodobnie są wynikiem wzrostu ruchliwości molekularnej związków lipidowych.

Literatura:

[1] Grande S, Giovannini C, Guidoni L, et. al. Radiat Prot Dosimetry 2006; 122: 205-206.
[2] Grande S, Luciani AM, Rosi A, et. al. FEBS Lett 2007; 581: 637-643.
[3] Griffin JL, Shockcor JP. Nature Review. Cancer. 2004; 4(7):551-561.

WPŁYW RESWERATROLU I JEGO POCHODNYCH NA FUNKCJĘ I STRUKTURĘ DEHYDROGENAZY ALDEHYDU 3-FOSFOGLICERYNOWEGO W WARUNKACH STRESU OKSYDACYJNEGO.

Joanna Strumiłło, Aleksandra Rodacka, Mieczysław Puchała

Uniwersytet Łódzki, Łódź

Dehydrogeneza aldehydu 3-fosfoglicerynowego (GAPDH) jest enzymem powszechnie występującym zarówno u prokariota jak i eukariota. Katalizuje jedną z reakcji szlaku glikolitycznego przekształcając aldehyd 3-fosfoglicerynowy w 1,3 bisfosfoglicerynian. Jest także klasycznym przykładem białka wielofunkcyjnego, które oprócz podstawowej funkcji katalitycznej jest zaangażowane między innymi w transport pęcherzykowy, regulację trankrypcji czy przekazywanie sygnału w procesie apoptozy. Wykazano także udział oksydacyjnie zmienionej GAPDH w procesach agregacji białek w chorobach związanych z wiekiem, takich jak choroba Alzheimera czy choroba Parkinsona. Resweratrol i jego pochodne są naturalnie występującymi związkami polifenolowymi o właściwościach przeciwutleniających. Zaobserwowano udział tych związków w przeciwdziałaniu między innymi chorobom sercowo-naczyniowym, neurodegeneracyjnym czy nowotworowym.

W niniejszej pracy badano wpływ naturalnie występujących polifenoli na właściwości funkcjonalne i strukturalne dehydrogenazy aldehydu 3-fosfoglicerynowego w obecności jak i pod nieobecność anionorodnika ponadtlenkowego generowanego w reakcji chemicznej z udziałem ksantyny i oksydazy ksantynowej. W pracy użyto resweratrolu oraz jego analogu (*trans*-3,3,5,5-tetrahydroksy-4-metoksystilbenu), a także dwóch yuccaoli: A i C. W przeprowadzonych badaniach oceniono wpływ wyżej wymienionych związków na aktywność GAPDH, zmiany struktury drugorzędowej oraz stopień utlenienia reszt cysteinowych w obecności i pod nieobecność anionorodnika ponadtlenkowego.

Badane związki w układzie, w którym nie generowano anionorodnika ponadtlenkowego nie wpływały na aktywność i zawartości grup tiolowych w GAPDH. Zaobserwowano natomiast zmiany w strukturze drugorzędowej dehydrogenazy inkubowanej w obecności yuccaolu A i yuccaolu C. W układzie, w którym generowano anionorodnik w obecności polifenoli zaobserwowano znacznie większą inaktywację, utlenienie grup tiolowych i zmiany w strukturze drugorzędowej w porównaniu do układu, w którym obecny był jedynie anionorodnik. Największy wpływ na aktywność GAPDH poddanej działaniu anionorodnika w obecności polifenolu wykazywał yuccaol A.

Otrzymane wyniki jednoznacznie wskazują na prooksydacyjne działanie resweratrolu, jego analogu jak i badanych yuccaoli w stosunku do dehydrogenazy aldehydu 3-fosfoglicerynowego.

Badania finansowane z grantu badawczego 2012/05/B/NZ1/00701 przyznanego przez Narodowe Centrum Nauki.

AUTOMATYCZNY TEST MIKROJĄDROWY W KOMÓRKACH LUDZKIEJ OSTEOSARKOMY I LIMFOCYTACH KURZYCH

Iwona Wasyk[1], Iwona Buraczewska[1], Anna Lankoff[1,2], Sylwester Sommer[1], Maria Wojewódzka[1], Marcin Kruszewski[1]

[1] *Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa;*
[2]*Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce*

W ostatnich latach prowadzi się intensywne prace nad zautomatyzowaniem liczenia mikrojąder przy użyciu automatycznych mikroskopów i systemów do analizy obrazu. Większość dotychczasowych eksperymentów została wykonana na limfocytach krwi obwodowej i tylko dla nich istnieją algorytmy wyboru komórek do analizy i rozpoznawania mikrojąder. Tymczasem automatyczny system analizy mikrojąder mógłby być wykorzystany również w ekodozymetrii oraz we wszelkiego typu doświadczeniach *in vitro*. W tym celu należałoby dostosować system do analizy mikrojąder w innych typach/liniach komórkowych niż ludzkie limfocyty.

Metodę automatycznego liczenia mikrojąder opracowano dla 2 linii ludzkiej osteosarkomy: U2OSshFM i U2OSTetR oraz dla 3 linii limfocytów kurzych: DT40wt, DT40ΔFM i DT40ΔFJ. Mikrojądra indukowano promieniowaniem X oraz hydroksymocznikiem. Hydroksymocznik zatrzymuje ruch widełek replikacyjnych w fazie S, co może powodować powstawanie pojedynczo- i podwójnoniciowych pęknięć DNA, a w konsekwencji mikrojąder. Komórki U2OSshFM, DT40ΔFM oraz DT40ΔFJ mają nieczynne geny kodujące białka szlaku Anemii Fanconiego, biorące udział w regulacji widełek replikacyjnych, przez co mogą być bardziej wrażliwe na powstawanie mikrojąder indukowanych hydroksymocznikiem.

Hydroksymocznik w stężeniach 1 i 2 mM wywoływał apoptozę we wszystkich badanych liniach komórkowych, co uniemożliwiło badanie częstości mikrojąder. Dodatkowo okazało się, że komórki DT40 są podatne na apoptozę również po traktowaniu cytochalazyną B, jak i promieniowaniem. Szczegółowe wyniki zostaną przedstawione na plakacie.

Praca wykonana w ramach działalności statutowej CERAD ICHTJ „Mikrojądra indukowane promieniowaniem X i hydroksymocznikiem w komórkach ludzkiej osteosarkomy i kurzych limfocytach pre-B, DT40” oraz projektu POIG 01.03.01-14-054/09 „Opracowanie wieloparametrycznego testu „triage” do oceny narażenia ludności na promieniowanie jonizujące”.

BIOLOGICZNE DZIAŁANIE MIESZANYCH WIĄZEK PROMIENIOWANIA O WYSOKIM I NISKIM LINIOWYM PRZEKAZYWANIU ENERGII

Andrzej Wójcik[1,2], Elina Staaf[1], Alice Sollazzo[1], Siamak Haghdoost[1], Piotr Urbański[3], Sander Nieevart[4], Joanna Czub[2], Halina Lisowska[2], Janusz Braziewicz[2]

[1]Stockholm University, Stockholm;
[2]Uniwersytet Jana Kochanowskiego, Kielce;
[3] Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa;
[4] Institute of Energy - Joint Research Centre, Petten

Na mieszane wiązki promieniowania jonizującego narażeni jesteśmy zarówno ze źródeł naturalnych jak i medycznych. Promieniowaniu alfa pochodzącego z rozpadu radonu towarzyszy promieniowanie gamma pochodzące z radu i innych produktów jego rozpadu. W medycynie problem narażenia na wiązki mieszane dotyczy przede wszystkim terapii wysokoenergetycznymi fotonami, które uderzając w kolimator powodują powstanie promieniowania neutronowego na które narażony jest pacjent. Innym przykładem jest terapia BNCT – *boron neutron capture therapy* – gdzie pacjent napromieniany jest złożoną wiązką neutronów, jonów litu, promieniowania gamma i alfa. Na działanie wiązek mieszanych narażeni są również pacjenci leczeni ciężkimi jonami na skutek fragmentacji padających jonów.

Każdy rodzaj promieniowania cechuje inna średnia wartość liniowego przekazywania energii (LET) i, co za tym idzie, skuteczność biologiczna. Ciekawym pytaniem jest, czy równoczesne działanie promieniowania jonizującego o różnej skuteczności biologicznej powoduje wyższy skutek biologiczny niż wynika z sumy skutków pojedynczych składowych wiązki mieszanej. Badanie tego pytania wymaga dostępu do urządzenia pozwalającego na oddzielne i równoczesne napromienianie komórek promieniowaniem o wysokim i niskim LET. We współpracy z Instytutem Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie oraz Instytutem Energii w Petten zbudowaliśmy napromieniacz pozwalający na równoczesne napromienianie komórek promieniowaniem alfa (^{241}Am) i promieniowaniem rentgenowskim (80 KeVp). Napromieniacz działa na Uniwersytecie w Sztokholmie.

Jak to często bywa w badaniach biologicznych, uzyskane do tej pory wyniki badań nie są jednoznaczne i ilustrują złożoność działania promieniowania jonizującego. Podczas wykładu pokażę zasadę działania napromieniacza, uzyskane wyniki i plany dalszych badań.

Badania finansowane przez szwedzki urząd ochrony radiologicznej - SSM.

PENTAPEPTYDOWA POCHODNA DTPA ZNAKOWANA IZOTOPEM LUTETU-177 I JEJ POTENCJALNE ZASTOSOWANIE W DIAGNOSTYCE I TERAPII ANTYNOWOTWOROWEJ

Grzegorz Wójciuk[1], Karolina Wójciuk[1], Marcin Kruszewski[1,2]

[1]Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa;
[2] Instytut Medycyny Wsi, Lublin

Radiofarmaceutyk jest substancją powstałą z chemicznego połączenia izotopu pierwiastka promieniotwórczego (radioizotopu) i liganda (związku chemicznego, który posiada unikatowe właściwości gromadzenia się w komórkach lub tkankach). Radiofarmaceutyki wykorzystywane są w medycynie nuklearnej, która jest działem medycyny zajmującym się bezpiecznym zastosowaniem izotopów promieniotwórczych w terapii oraz diagnostyce medycznej. Związki chemiczne znakowane radioizotopami podawane pacjentowi dożylnie, doustnie lub inhalacyjnie kumulują się w określonych organach, a ich rozpadowi towarzyszy wytworzenie określonego promieniowania jonizującego. W medycynie nuklearnej rozróżnia się dwa podstawowe zastosowania radionuklidów do celów terapeutycznych oraz diagnostycznych. Rozróżnienie i przynależność do tych dwóch grup wynika z rodzaju emitowanego promieniowania. Typowy radionuklid stosowany w medycynie nuklearnej musi mieć czas połowicznego rozpadu ($T_{1/2}$) mieszczący się w granicach pomiędzy 1 godziną a 10 dniami, powinien mieć duży przekrój czynny reakcji jądrowej syntezy oraz powinien być możliwy do otrzymania w formie beznośnikowej. Prekursorem badań nad związkami peptydowymi znakowanymi izotopami do radioterapii celowanej guzów nowotworowych stał się analog somatostatyny zwany oktreotydem [1]. Pierwszym zarejestrowanym radiofarmaceutykiem opartym na oktreotydzie był OctreoScan®.

W roku 2003 do zastosowania w medycynie nuklearnej jako chelator jonów $^{177}Lu^{3+}$ wszedł związek o nazwie kwas dietylenotriaminopentaoctowy (DTPA) [2]. DTPA jako chelator radionuklidu ^{177}Lu zastosowano w znakowaniu przeciwciał monoklonalnych (mAb), takich jak 2Rs15dHIS czy cG250 [3] zastosowanych w radioimmunoterapii raka nerki.

Literatura:

[1] Gottesman, I.S., Mandarino, L.J., Gerich, J.E., 1982. Somatostatin: its role in health and disease. Spec. Top. Endocrinol. Metab. 4, 177-243

[2] Breeman, W.A., van der Wansem, K., Bernard, B.F., van Gameren, A., Erion, J.L., Visser, T.J., Krenning, E.P., de Jong, M., 2003b. The addition of DTPA to [^{177}Lu-DOTA^{0},Tyr^{3}]octreotate prior to administration reduces rat skeleton uptake of radioactivity. Eur. J. Nucl. Med. Mol. Imaging 30, 312-315

[3] D'Huyvetter, M., Aerts, A., Xavier, C., Vaneycken, I., Devoogdt, N., Gijs, M., Impens, N., Baatout, S., Ponsard, B., Muyldermans, S., Caveliers, V., Lahoutte, T., 2012. Development of 177Lu-nanobodies for radioimmunotherapy of HER2-positive breast cancer: evaluation of different bifunctional chelators. Contrast. Media. Mol. Imaging 7(2), 54-64

WŁAŚCIWOŚCI NOWYCH PEPTYDOWYCH NOŚNIKÓW IZOTOPU JODU-131

Karolina Wójciuk[1], Grzegorz Wójciuk[1], Marcin Kruszewski[1,2]

[1]Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa;
[2] Instytut Medycyny Wsi, Lublin

Molekuły biologicznie czynne naturalnie występują w bardzo niskich stężeniach, których nie można analizować tradycyjnymi metodami. Wprowadzenie do struktury białka radioizotopu pozwala obniżyć próg detekcji przy zastosowaniu detektorów promieniowania β (promieniowanie beta) lub γ (promieniowanie gamma).

Radioznacznikowanie izotopami jodu promieniotwórczego jest techniką polegającą na włączeniu w strukturę peptydu izotopów ^{123}I, ^{125}I lub ^{131}I, przede wszystkim w celu przeprowadzenia badań *in vitro*, ale izotopy te mogą też być wprowadzone w celach terapeutycznych lub diagnostycznych.

Obecnie istnieją trzy podstawowe metody jodowania, które są powszechnie wykorzystywane do znakowania biomolekuł używanych w terapii i diagnostyce medycznej.

Mowa tu o metodzie z użyciem inkorporowanych katalizatorem ampuł Iodo-Gen® [1], metodzie wykorzystującej jako katalizator reakcji chloraminę-T [3] oraz metodzie z wykorzystaniem katalitycznych właściwości laktoperoksydazy [2].

W zależności od stosunku molowego użytego jodu do grup tyrozynowych i histydylowych występujących w strukturze peptydu oraz wydajności katalizatora, mogą powstawać pochodne monojodowe oraz pochodne jodowe wyższych rzędów.

Wprowadzenie jodu do struktury białka lub peptydu z reguły nie wpływa na jego biochemiczne właściwości ze względu na niewielkie rozmiary atomu w porównaniu do całej biomolekuły.

Literatura:

[1] Fraker, P.J., Speck, J.C., 1978. Protein and cell membrane iodinations with a sparingly soluble chloramide, 1,3,4,6-tetrachloro-3a,6a-diphenylglycoluril. Biochem. Biophys. Res. Commun. 80(4), 849-857

[2] Marchalonis, J.J., 1969. An Enzymic Method for the Trace lodination of Immunoglobulins and other Proteins. Biochem. J. 113(2), 299-305

[3] Wright, P.J., di Mayorca, G., 1976. Radioisotopic Labeling of Human Papovavirus (BK) by Iodination and Reductive Alkylation. J. Virol. 19(2), 750-755

RADIACYJNA MODYFIKACJA ELASTOMERÓW

Wojciech Głuszewski[1], Maria Rajkiewicz,[2] Zbigniew. P. Zagórski[1]

[1]*Instytut Chemii i Techniki Jądrowej w Warszawie, Warszawa;*
[2]*Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Piastów*

Promieniowania jonizujące zwłaszcza wiązki elektronów (EB) są bardzo interesującą alternatywą dla tradycyjnych sposobów sieciowania elastomerów [1]. Unikatowość technik radiacyjnych wynika z możliwości tworzenia wiązań poprzecznych w dowolnej (najczęściej pokojowej) temperaturze bez konieczności używania (często toksycznych) dodatków sieciujących. Dodatkowo procesami radiacyjnymi można łatwo sterować, kontrolując wielkość dawki pochłoniętej promieniowania [2]. Wśród różnych zastosowań elastomerów modyfikowanych radiacyjnie uwagę zwracają materiały kompozytowe barierowe dla promieniowań elektromagnetycznych jonizujących i niejonizujących.

Na przykładzie elastomerów typu ENGEGE opisano możliwości wykorzystania radiacyjnej modyfikacji polimerów w tradycyjnych (nadtlenkowych) procesach wulkanizacji gumy. W badaniach wykorzystano polimery: bez dodatków nadtlenków, z nadtlenkiem i z podwójną ilością nadtlenku. Porównano właściwości polimerów otrzymanych w wyniku: nadtlenowego, radiacyjnego, radiacyjno/nadtlenkowego i nadtlenkowo/radiacyjnego sieciowania. W oryginalny sposób wykorzystano chromatografię gazową (GC) oraz spektroskopię absorpcyjną w wersji odbiciowej światła rozproszonego (DRS) do badania roli aromatycznych dodatków na procesy tworzenia wiązań poprzecznych i zjawiska postradiacyjnej degradacji polimerów. Zbadano wpływ mocy dawki promieniowania na procesy utleniania i postradiacyjnego starzenia. Określono wpływ sposobu sieciowania na: wytrzymałości (MPa), wydłużenie przy zerwaniu (%), wydłużenie po zerwaniu (%), twardość Shore`a (^{0}ShA) oraz odkształcenie trwałe po ściskaniu (%) badanych elastomerów.
W badaniach wykorzystano wiązkę elektronów przemysłowego akceleratora Elektronika 10/10, oraz promieniowania gamma laboratoryjnego źródła GC 5000 (produkcji indyjskiej, 7 kG/h) i Issedowatel (produkcji rosyjskiej 0,7 kGy/h) [3].

Literatura:
[1] W. Głuszewski, Z. Zagórski, Maria Skłodowska Curie - the precursor of radiation sterilization methods, Analytical and Bioanalytical Chemistry, 2011
[2] W. Głuszewski, Z. Zimek, Z. P. Zagórski, M. Rajkiewicz, Radiacyjna modyfikacja polimerów, Tworzywa Sztuczne w Przemyśle, 1, 2013, 56-59
[3] W. Głuszewski W, Zagórski Z.P, Od Marii Skłodowskiej - Curie do współczesnych technologii radiacyjnych, Kwartalnik Historii Nauki i Techniki PAN, 1/2012, 71-

Praca wykonana w ramach projektu badawczego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego N N209 083838 „Synergiczne układy sieciowania elastomerów

KINETYKA REAKCJI RODNIKOWYCH PRZEBIEGAJĄCYCH W FAZIE GAZOWEJ Z UDZIAŁEM CZĘŚCIOWO FLUOROWANYCH ALKOHOLI

Karol Wnorowski, Antoni Jówko

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Siedlce

Fluorowane alkohole (FA) są związkami o szerokim zastosowaniu ze względu na wiele podobieństw we właściwościach chemicznych do CFC, przy jednocześnie mniej szkodliwym wpływie na środowisko naturalne. W ciągu ostatnich kilku lat substancje te coraz częściej wykorzystywane są w różnych gałęziach przemysłu, medycyny, rolnictwa itp. Są składnikami m.in. takich substancji jak: czynniki chłodnicze, rozpuszczalniki, smary, polimery, środki znieczulające, herbicydy i inne. Jednakże ich rozkład prowadzi do powstawania produktów, których dalsze losy nie zawsze są znane. Jedną z pierwszych reakcji zapoczątkowujących cykl rozkładu fluoroalkoholi w górnych warstwach atmosfery jest reakcja z rodnikiem hydroksylowym (OH).

$$OH + FA \rightarrow H_2O + \text{produkty} \qquad (1)$$

Powstałe produkty mogą brać udział w szeregu różnorakich reakcji prowadzących do powstawania mniej lub bardziej reaktywnych substancji.

Dlatego też, informacje dotyczące mechanizmu degradacji fluorowanych alkoholi oraz kinetyki procesów z ich udziałem są bardzo przydatne.

Rodniki OH produkowane są w reakcji (2) w następstwie oddziaływania na mieszaninę reakcyjną impulsem elektronów pochodzącym z akceleratora SINUS.

$$Ar^* + H_2O \rightarrow OH + H + Ar \qquad (2)$$

Na podstawie obserwacji zmian absorpcji w czasie przy długości fali λ=309 nm (odpowiadającej maksimum absorpcji rodnika OH) określano kinetykę reakcji (1).

Prezentowane wyniki są kontynuacją wcześniejszych badań dotyczących tej klasy związków, przy czym uwagę skupiono na fluorowanych pochodnych propanolu ($CF_3CH(OH)CH_3$, $CHF_2CF_2CH_2OH$).

WPŁYW PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO NA ŻYCIE NA ZIEMI - KORZYŚCI I ZAGROŻENIA

Ewa Maria Kornacka, Zbigniew P. Zagórski

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa

Wczesna Ziemia od początków jej kształtowania była penetrowana przez promieniowanie jonizujące o intensywności znacznie wyższej niż obecnie. Źródła promieniowania pochodziły z różnych kierunków, począwszy od tych znajdujących się na Ziemi, takich jak promieniowanie pierwiastków promieniotwórczych do promieniowania pochodzącego z przestrzeni galaktycznej - promieniowania kosmicznego. Do Ziemi docierało promieniowanie reprezentowane przez różne cząstki, kwanty o bardzo zróżnicowanych jakościach wyrażone przez ich wartości LET (liniowe przekazanie energii) [1].

Oddziaływanie promieniowania może być bezpośrednie - skutkujące jonizacją cząsteczek lub pośrednie jako odpowiedź poprzez produkty radiolizy medium na składniki układu. Mimo wysokiej wartości LET promieniowania o mniejszej penetracji cząstki alfa pochodzące z rozpadu radonu, obfite na wczesnej Ziemi, miały ogromny wpływ, ponieważ były w stanie przeniknąć wszystko co znajdowało się w atmosferze, w tym oddziaływaniu znalazły się przede wszystkim pierwsze żywe organizmy pozostające w kontakcie z powietrzem [2].

Bez względu na szczegółowe efekty chemiczne, badane i uogólnione przez chemię radiacyjną, absorpcja promieniowania jonizującego oznacza dopływ energii do systemu, do udziału w tak zwanej "ewolucji chemicznej" (bez bezpośredniej analogii do darwinowskiej ewolucji). Zmiany chemiczne indukowane w ośrodkach promieniowania miały charakter prebiotyku, choć same nie są odpowiedzialne za decydujące (o ile wiadomo) w powstawaniu oznak życia. Na przykład, nie może przyczyniać się do rozdzielania racemicznych mieszanin na oddzielne enancjomery. Zatem korzyści płynące z promieniowania jonizującego to fakt brania udziału w tworzeniu związków organicznych (np. metanu z dwutlenku węgla [3], lub polimeryzacja acetylenu, prawdopodobnie obecna w wodach w pobliżu wulkanów). Zagrożenia zaś dotyczą np. depolimeryzacji związków już utworzonych wcześniej. Zachodzą procesy destrukcyjne w związkach przekazywania informacji RNA a następnie DNA przyczyniając się do ich mutacji, ważnych elementów w ewolucji życia.

Destrukcyjne działanie promieniowania jonizującego obecnego w przestrzeni kosmicznej eliminuje koncepcję panspermii, zakładającej transport żywych organizmów na Ziemię.

Podsumowując, rola promieniowania jonizującego pochodzenia życia i wczesnej ewolucji nie może być zaniedbana i wymaga dalszych badań.

Literatura:

[1]. Z. P. Zagórski, Role of radiation chemistry in the origin of life, early evolution and in transportation through cosmic space. Chapter 5 in “Astrobiology: Emergence, Search and Detection of Life” (V.A. Basiuk Ed.), American Scientific Publishers, 2010, pp 97 – 154.

[2]. Z. P. Zagórski, Possible role of radon in prebiotic chemistry and in early evolution of Life on Earth. Nukleonika **55**, 555-558 (2010).

[3]. Z. P. Zagórski, E. M. Kornacka, W. Głuszewski, w przygotowaniu

SPEKTROMETR RUCHLIWOŚCI JONÓW (IMS) Z RADIOAKTYWNYM ŹRÓDŁEM JONIZACJI

Karol Wnorowski, Bartosz Michalczuk, Antoni Jówko, Wiesława Barszczewska

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach, Siedlce

Wykrywanie substancji trujących z wysoką czułością i dokładnością oraz o bardzo krótkich czasach reakcji (rzędu od kilku do kilkunastu sekund) wciąż stanowi stosunkowo trudne zadanie dla konstruktorów. Techniką umożliwiającą tak szybką reakcję na śladowe ilości szkodliwych (niebezpiecznych) gazów jest spektrometria ruchliwości jonów. Metoda ta pozwala na oddzielenie i identyfikację zjonizowanych cząsteczek w fazie gazowej na podstawie ich mobilności w gazie nośnym. Na świecie technologia ta w ostatnich latach rozwija się bardzo dynamicznie. Spektrometry ruchliwości jonów stosowane są przede wszystkim do wykrywania bojowych środków trujących, czy materiałów wybuchowych i narkotyków w portach lotniczych oraz na przejściach granicznych. Znajdują także zastosowanie w medycynie oraz w laboratoriach analitycznych w połączeniu m.in. ze spektrometrią mas (MS-IMS), jak również chromatografią gazową (GC-IMS) lub cieczową (LC-IMS). Cząsteczki próbki muszą być zjonizowane, czego zazwyczaj dokonuje się poprzez wyładowanie koronowe (CD), fotojonizację pod ciśnieniem atmosferycznym (APPI), jonizację przez elektrorozpylanie (ESI) lub zastosowanie źródeł radioaktywnych (^{63}Ni lub ^{241}Am).

Nowo zbudowany w naszym laboratorium spektrometr ruchliwości jonów należy właśnie do tej ostatniej grupy, przy czym do jonizacji wykorzystywany jest ^{238}Pu (naniesiony elektrolitycznie na cienki pierścień ze stali kwasoodpornej).

Prezentowane wyniki są pierwszymi uzyskanymi przy użyciu nowego aparatu IMS.

CENTRA PARAMAGNETYCZNE GENEROWANE RADIACYJNIE W SITACH MOLEKULARNYCH TYPU TIALMCM – BADANIA Z WYKORZYSTANIEM TECHNIKI EPR

Anna Bugaj, Jarosław Sadło, Marcin Sterniczuk, Grażyna Strzelczak, Jacek Michalik

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej

Zeolity są to struktury glinokrzemianowe posiadające zróżnicowaną strukturę, w skład której wchodzą komory i kanały o ściśle zdefiniowanych kształtach. Dzięki tej właściwości wykazują one zdolności do selektywnego sorbowania zarówno pierwiastków jak i molekuł, a ponadto mogą odwracalnie sorbować wodę. Klasa tych związków jest obiektem szeroko stosowanym również w katalizie chemicznej z uwagi na występowanie w ich strukturze centrów kwasowych Brönsteda. Również kationy metali przejściowych w pozycjach wymiennych bądź wbudowanych w sieć stanowią centra aktywne wielu reakcji katalitycznych [1].

Badania prowadzone na materiałach typu TiAl-MCM mają na celu podniesienie wydajności procesów fotokatalitycznych, które można uzyskać poprzez podstawienie atomów Ti w strukturę sieci sita molekularnego. Badania EPR napromieniowanych materiałów TiAl-MCM, w których tworzą się paramagnetyczne kationy Ti^{3+} umożliwiają identyfikacje położenia atomów Ti w sieci [2,3,4].

Głównym celem prowadzonych badań jest identyfikacja tytanowych centrów paramagnetycznych, generowanych radiacyjnie w sitach molekularnych typu TiAl-MCM o różnej zawartości tytanu w sieci. Badane próbki były w pierwszej kolejności odgazowywane, napromieniowane dawką 2kGy w temperaturze 77K w źródle Co-60 a następnie badane przy użyciu spektroskopii EPR w szerokim zakresie temperatur (100-280K). Analiza widm EPR pozwala na identyfikację centrów zawierających paramagnetyczne kationy Ti stabilizowane w różnych pozycjach sieci. W zależności od stosunku Si/Al w strukturze sita MCM obserwowano różnice w lokalnej strukturze elektronowej centrów paramagnetycznych zależnej od symetrii otoczenia Ti. Dalsze prace będą dotyczyły badania stabilności obserwowanych centrów w podwyższonych temperaturach.

Literatura

[1] M. Handke, Krystalochemia krzemianów, wyd. AGH, 2008.
[2] A. M. Prakash,The Journal of Physical Chemistry B, 1998, 102, 857-864.
[3] Y. Nakaoka, Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry 110, 1997, 299-305.
[4] K. Komaguchi, Chemical Physics Letters 428, 2006, 338-342.

Praca została zrealizowana w ramach etapu 10 zadania badawczego nr 8 pt. „Badanie mechanizmów sorpcji radionuklidów pochodzących z korozji materiałów obiegu pierwotnego na wybranych wymieniaczach jonowych” realizowanego w ramach strategicznego projektu badawczego pt. „Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej”

RADIOLIZA IMPULSOWA Z WIELOKĄTOWĄ DETEKCJĄ ŚWIATŁA ROZPROSZONEGO - KONCEPCJA I PROTOTYP

Sławomir Kadłubowski, Radosław Wach, Piotr Ulański, Janusz M. Rosiak

Międzyresortowy Instytut Techniki Radiacyjnej, Politechnika Łódzka, Łódź

Wiele istotnych reakcji chemicznych i procesów fizycznych dotyczących obiektów o rozmiarach nanometrycznych, w tym cząsteczek polimerów syntetycznych, biopolimerów, nanocząstek, liposomów itp., zachodzi w krótkich skalach czasowych, często stanowiących ułamek sekundy. Odnosi się to w szczególności do reakcji rodnikowych, takich jak polimeryzacja, sieciowanie czy degradacja (pękanie łańcucha polimeru). Bardzo szybkie reakcje są często badane przy użyciu laserowej fotolizy błyskowej lub radiolizy impulsowej. Techniki te umożliwiają obserwacje z wysoką rozdzielczością czasową, sięgającą pikosekund. Typową metodą detekcji jest spektrofotometria, która sprawdza się doskonale zwłaszcza w badaniach szybkich reakcji z udziałem niewielkich cząsteczek, ale nie pozwala na śledzenie zmian tych parametrów, które są bardzo istotne w przypadku makrocząsteczek czy innych obiektów o rozmiarach nanometrycznych, czyli masy (np. średniej masy cząsteczkowej) oraz wymiarów. Krokiem w kierunku rozwiązania problemu może być zastąpienie detekcji spektrofotometrycznej pomiarem zmian natężenia światła rozpraszanego przez próbkę pod określonym kątem względem wiązki światła analizującego. Taką metodą można faktycznie śledzić zmiany mas cząsteczkowych polimerów ulegających sieciowaniu lub degradacji, a nawet w polimeryzacji rodnikowej. Jednak metoda doświadczalna polegająca na pomiarach światła rozproszonego pod jednym kątem ma liczne wady. Nie można za jej pomocą wyznaczać wartości mas cząsteczkowych bez przyjmowania upraszczających założeń, a ponadto nie ma możliwości obserwacji wymiarów badanych obiektów. Te ograniczenia spowodowały, że opisana wyżej idea nie zyskała w praktyce większego znaczenia.

Proponujemy nowe podejście do tego zagadnienia, w którym układ do inicjowania reakcji metodą radiolizy impulsowej byłby sprzężony z układem do rozdzielczych w czasie jednoczesnych pomiarów natężenia światła rozproszonego pod wieloma kątami. Zastosowanie detekcji wielokątowej to skok jakościowy w stosunku do poprzednich konstrukcji, ponieważ taka detekcja pozwala na precyzyjne określenie masy cząsteczkowej oraz – co jest zupełną nowością – również wymiarów badanych obiektów, z mikrosekundową rozdzielczością czasową. Skonstruowanie tego układu pozwoli badać kinetykę i mechanizm szybkich reakcji chemicznych i procesów fizycznych poprzez bezpośrednią obserwację zmian mas i rozmiarów makrocząsteczek. Za pomocą tego układu można będzie również obserwować szybkie reakcje rodników z biopolimerami, a także śledzić zmiany konformacji biopolimerów takich jak DNA i białka. W naszym laboratorium skonstruowano prosty prototyp nowego układu. Pozytywne wyniki wstępnych doświadczeń wskazują na to, że idea metody pomiarowej i pomysł konstrukcji układu sprawdzają się w praktyce. W ramach projektu NCN rozpoczęliśmy prace nad budową docelowej wersji tego układu.

Praca finansowana przez Narodowe Centrum Nauki (projekt 2012/07/B/ST4/01429)

PRZEGLĄD ŹRÓDEŁ PEM Z ZAKRESU CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWYCH (0,30-3000 MHZ) MAJĄCYCH WPŁYW NA WARUNKI ŚRODOWISKA PRACY

Halina Aniołczyk, Paweł Mamrot, Magda Mariańska

Instytut Medycyny Pracy, Łódź

Za bezpośredni wpływ na środowisko pracy uważamy występowanie PEM w otoczeniu źródeł pierwotnych, tj. takich urządzeń, których działanie jest związane z zamierzonym (celowym) i niezamierzonym (jako wyciek na skutek złych rozwiązań technicznych, nie ekranowanych kabli i elementów funkcjonalnych danego urządzenia, zjawiska odbicia, interferencji, zakłóceń i indukcji w przedmiotach i elementach metalowych znajdujących się w otoczeniu źródła PEM) ich wytwarzaniem. Natomiast za pośredni wpływ na warunki środowiska pracy uważamy występowanie PEM na skutek oddziaływania źródeł zewnętrznych zlokalizowanych w pobliżu miejsc pracy (np. biura, portiernie, magazyny, obszary kontrolowanego dostępu, obszary chronione) takich jak stacje bazowe telefonii komórkowej, łączności bezprzewodowej oraz stacje nadawcze radiowe i telewizyjne.

W celu ochrony pracowników zatrudnionych przy stosowaniu urządzeń i instalacji wytwarzających PEM prowadzone są rutynowe pomiary kontrolne rozkładu PEM w ich otoczeniu zgodnie z obowiązującymi w Polsce przepisami. Rozkład tego PEM charakteryzowany jest poprzez wyznaczenie stref ochronnych: pośredniej, zagrożenia i niebezpiecznej, w których przebywanie jest kontrolowane. Kategoria ekspozycji określana jest tzw. współczynnikiem ekspozycji W. Materiał do analizy stanowiły dane z badań własnych prowadzone w ramach działalności statutowej oraz usług naukowo - pomiarowych realizowanych w ramach zleceń badawczych. Wyróżniono 4 dziedziny największego zastosowania źródeł PEM, do których należą: ochrona zdrowia, przemysł, nauka i radiokomunikacja. W ochronie zdrowia analizą szczegółową objęto 70 urządzeń medycznych (aparaty do elektrochirurgii i diatermii) oraz miejsca dostępne dla pracowników podczas wykonywania czynności służbowych. Krotność przekroczenia najwyższej dopuszczalnej wartości natężenia pola (NDN) wynosiła 1.1 – 4.0 dla pracowników eksponowanych zawodowo i 2.2 - 20.0 dla pozostałych zatrudnionych przy 23 aparatach do elektrochirurgii. W otoczeniu 46 aparatów do diatermii krótkofalowej (KF) krotność przekroczenia NDN wynosiła 1.1 – 11.0 dla pracowników eksponowanych zawodowo i 1.1 - 31.0 dla pozostałych. W przemyśle analizą objęto 50 urządzeń, w tym 29 pras w.cz. i 16 zgrzewarek dielektrycznych. Krotność przekroczenia NDN wynosiła 1.2 – 2.8 dla pracowników eksponowanych zawodowo i 1.4 - 8.0 dla pozostałych przy stosowaniu 29 pras w.cz. W otoczeniu 16 zgrzewarek w.cz. krotność przekroczenia NDN wynosiła 1.1 – 17.5 dla pracowników eksponowanych zawodowo i 4.7 - 50 dla pozostałych. W nauce analizą objęto 6 urządzeń. Krotność przekroczenia NDN wynosiła 2.2 – 9.7 dla pracowników eksponowanych zawodowo i 1.7 – 27.7 dla pozostałych. W radiokomunikacji analizą objęto 24 obiekty nadawcze (radiowe, telewizyjne, BTS). Krotność przekroczenia NDN wynosiła 1.10 – 4.15 dla pracowników eksponowanych zawodowo i 3.00 – 11.86 dla pozostałych w otoczeniu 7 anten UKF FM oraz 1.38 dla pracowników eksponowanych zawodowo i 1.10 – 3.93 dla pozostałych w otoczeniu 5 anten BTS.

NOWE POTRZEBY I MOŻLIWOŚCI W METROLOGII POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO W ZAKRESIE BARDZO WYSOKICH CZĘSTOTLIWOŚCI (POWYŻEJ 40GHZ)

Paweł Bieńkowski

Politechnika Wrocławska, Wrocław

Intensywny rozwój systemów radiokomunikacyjnych i bezprzewodowej transmisji danych wymusza wykorzystywanie coraz szerszego zakresu częstotliwości widma elektromagnetycznego. Dotyczy to także pasm fal milimetrowych (częstotliwości powyżej 30GHz) Dotychczas wykorzystywano powszechnie pasmo do 40GHz (sporadycznie do 45GHz), ale w tym roku obserwuje się zainteresowanie operatorów radiokomunikacyjnych znacznie wyższymi częstotliwościami – pasmami E: 71-76GHz oraz 81-86GHz do realizacji transmisji z wykorzystaniem linii radiowych punkt-punkt (tzw. radiolinie). W tym zakresie częstotliwości można uzyskać bardzo dużą przepływność (w sumie 38 kanałów radiowych o szerokości 250MHz każdy), jednak ze względu na warunki propagacyjne zasięgi takich linii radiowych nie przekraczają 2 km. Jest to jednak odległość całkowicie satysfakcjonująca np. w aglomeracjach miejskich do transmisji danych między stacjami bazowymi systemów komórkowych UMTS czy LTE. Moc nadajników radiolinii nie przekracza 16dBm, zyski anten są na poziomie 35-40dBi co w efekcie daje EIRP nawet do 56dBm – to jest ok. 400W EIRP i tym samym instalacje takie wymagają pomiarów natężenia pola elektromagnetycznego pod kątem ochrony środowiska i bezpieczeństwa pracy.

Jest to duże wyzwanie, ponieważ na rynku praktycznie nie na komercyjnie dostępnych mierników pozwalających na pomiary PEM w tym zakresie częstotliwości. Obecnie stosowane sondy mają gwarantowaną częstotliwość do 60 GHz. Nie ma również laboratoriów oferujących wzorcowanie mierników w pasmach powyżej 60GHz. Wychodząc na przeciw potrzebom, LWiMP kilka lat temu rozpoczął prace zmierzające do opracowania i uruchomienia stanowisk pola wzorcowego w pasmach początkowo 40-60GHz (to stanowisko jest już na co dzień używane do wzorcowań) i następnie 60-90GHz. Stanowiska takie zostały opracowane i uruchomione. Wykonano również analizę spójności pomiarowej, walidację metod i oszacowano niepewność wytwarzanego pola wzorcowego. Pozwoliło to na badania różnych czujników PEM, w tym sond dostępnych komercyjnie pracujących poza deklarowanym przez producentów pasmem pomiarowym. Uzyskane wstępne wyniki są obiecujące i zostaną przedstawione w czasie prezentacji.

Praca częściowo zrealizowana w ramach projektu badawczego finansowanego przez MNiSW umowa 3923/B/T02/2010/38 oraz zlecenia PWr S20089

OGRANICZENIE W BADANIACH ŚRODOWISKOWYCH NIEPEWNOŚCI WYNIKÓW OCENY NARAŻENIA NA RADIOFALOWE PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE Z WYKORZYSTANIEM EKSPOZYMETRÓW

Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz, Wiesław Leszko, Patryk Zradziński

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

Badania dotyczyły procedur stosowania ekspozymetrów radiofalowego promieniowania elektromagnetycznego (RF-EMF) w środowisku ogólnodostępnym, ograniczających niepewność oceny w badaniach indywidualnego narażenia pracowników.

Wykorzystując laboratoryjne źródła referencyjnego RF-EMF przeprowadzono badania parametrów metrologicznych selektywnych i szerokopasmowych ekspozymetrów RF-EMF (charakterystyk częstotliwościowych i czułości na sygnał spoza zdefiniowanego przez producenta pasma częstotliwości). Przy użyciu specjalistycznego oprogramowania CST Studio 2012 do analizy RF-EMF techniką całek brzegowych (FIT) przeprowadzono symulacje numeryczne zależności wyniku pomiaru od miejsca lokalizacji ekspozymetru przy ciele, w zależności od parametrów RF-EMF oddziałującego na człowieka (o częstotliwościach pracy typowych systemów łączności, eksploatowane w środowisku, dla różnych kierunków propagacji RF-EMF względem modelu ciała i różnych kierunków polaryzacji wektora pola elektrycznego). W obliczeniach zastosowano anatomiczny model ciała dorosłego człowieka Gustav (z odwzorowaniem struktury 57 tkanek).

Obliczenia numeryczne wykazały, że ocena indywidualnego narażenia na RF-EMF w oparciu o wyniki pomiarów ekspozymetrami umieszczonymi bezpośrednio przy ciele człowieka różni się od wyników pomiarów natężenia pola elektrycznego pierwotnego, powodując błąd oceny narażenia w zakresie -90 ÷ +130%, zależnie od częstotliwości RF-EMF i warunków ekspozycji. Błąd ten można zmniejszyć m.in. przez lokalizację ekspozymetru dobraną do rodzaju stanowiska pracownika oraz miejsca jego przebywania względem źródeł RF-EMF.

Badania laboratoryjne wykazały, że przy wykorzystaniu selektywnych częstotliwościowo ekspozymetrów w wielogodzinnym monitoringu narażenia pracowników, konieczna jest pełna identyfikacja źródeł ekspozycji, aby skorygować błędy wynikające z poza pasmowej czułości ekspozymetrów przy ocenie udziału poszczególnych rodzajów źródeł RF-EMF.

Opracowana no podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (projekt II.B.07).

BEZPOŚREDNIE I POŚREDNIE ZAGROŻENIA ELEKTROMAGNETYCZNE PRZY EKSPLOATACJI URZĄDZEŃ FIZYKOTERAPEUTYCZNYCH

Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz, Wiesław Leszko, Patryk Zradziński

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

Badania, zgodnie z wymaganiami nowej dyrektywy europejskiej (20. Dyrektywa indywidualna’2013) dotyczyły oceny bezpośrednich i pośrednich zagrożeń elektromagnetycznych przy urządzeniach fizykoterapeutycznych.

Przeprowadzono badania rozkładu przestrzennego pola elektrycznego i magnetycznego przy ponad 50 diatermiach (15 różnych typów - krótkofalowych, długofalowych i urządzeniach do terapii ultradźwiękami) oraz pojemnościowych prądów elektrycznych, płynących przez kończyny osób obsługujących te urządzenia. Ocena zagrożeń dla ogółu pracowników oraz pracowników szczególnie zagrożonych (wykorzystujących elektroniczne implanty medyczne) została przeprowadzona zgodnie z wymaganiami nowej dyrektywy europejskiej - w oparciu o wymagania przepisów krajowych i norm europejskich.

Najsilniejsze pola elektromagnetyczne stwierdzono przy diatermiach krótkofalowych, przy diatermiach długofalowych znacznie słabsze, a przy urządzeniach do terapii ultradźwiękami nie stwierdzono takich zagrożeń. Zależnie od rodzaju aplikatorów diatermii krótkofalowych pole elektryczne lub magnetyczne, w którym nie powinni przebywać pracownicy, zmierzono w odległości do 40 cm od aplikatorów i zasilających je kabli. Obszar, w którym nie powinny przebywać osoby nie podlegające zabiegom, ze względu na oddziaływanie rozproszonego pola elektrycznego stwierdzono w odległości do 150-200 cm od diatermii krótkofalowych i do ok. 40-50 cm od długofalowych. Możliwość zakłócenia funkcjonowania elektronicznych implantów medycznych stwierdzono w odległości do 120 cm od diatermii krótkofalowych i do 30 cm od długofalowych. Przy dotykaniu do elektrod i kabli aktywnej diatermii krótkofalowej, pojemnościowy prąd elektryczny przepływający w ręku wielokrotnie przekracza wartości dopuszczalne podane w zaleceniach międzynarodowych dotyczących ochrony pracowników. Wyniki badań mają zastosowanie zarówno do oceny narażenia pracowników, jak i ludności (pacjentów nie podlegających zabiegom lub osób towarzyszących), a także ochrony urządzeń elektronicznych, nie tylko implantów medycznych, przed zakłóceniami elektromagnetycznymi.

Opracowano na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (zadanie 04.A.01).

OCENA ZAGROŻEŃ ELEKTROMAGNETYCZNYCH ZWIĄZANYCH WYKORZYSTANIEM DIATERMII CHIRURGICZNYCH

Jolanta Karpowicz, Krzysztof Gryz, Wiesław Leszko, Patryk Zradziński

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

Do źródeł pola elektromagnetycznego o częstotliwościach radiofalowych należą diatermie chirurgiczne, wykorzystywane powszechnie przy zabiegach operacyjnych. Pierwotnym źródłem pola elektromagnetycznego oddziałującego na pracowników jest obwód wysokonapięciowy, w którym przepływa prąd elektryczny między elektrodami.

Monitoring charakterystyki narażenia chirurgów wykonano w czasie 11 operacji (resekcja odbytnicza, wątroby, guza pęcherza moczowego, udrożnienie tętnicy, wycięcie migdałków i zabiegi laparoskopowe), wykorzystując rejestrator czasu rzeczywistej aktywności diatermii chirurgicznych w czasie zabiegów. Wykonano również badania wartości skutecznej natężenia pola elektrycznego i magnetycznego emitowanego przez diatermie chirurgiczne, przy nastawach: moc 55-150 W i częstotliwość 330-445 kHz przy cięciu, a przy koagulacji odpowiednio 40-240 W i 335-770 kHz.. Dla każdej operacji oceniono parametry statystyczne rozkładu czasu użycia diatermii w okresie dowolnych 6 minut (zgodnie z międzynarodowymi zaleceniami dotyczącymi ochrony przed skutkami termicznymi oddziaływania pola elektromagnetycznego - nową dyrektywę europejską (20. Dyrektywę indywidualną’2013)).

Natężenie pola elektrycznego, zmierzone w odległości 10 cm od kabla zasilającego elektrodę czynną wynosiło 147-665 V/m przy cięciu i 297-558 V/m przy koagulacji, natężenie pola magnetycznego nie przekraczało 0,2 A/m przy obu trybach pracy. Monitoring pracy diatermii w czasie operacji wykazał ich wykorzystanie w zakresie 5-66% czasu w ciągu początkowych 3 minut zabiegu, 3-40 % w ciągu początkowych 6 minut, a rozkład współczynnika ich wykorzystania w ciągu dowolnych 6 minut charakteryzuje zakres: 0-12 % (mediana)/ 7 - 43% (wartość maksymalna).

Rzeczywisty czas użycia diatermii elektrochirurgiach w czasie zabiegów jest zdecydowanie krótszy niż deklarowany przez pracowników, zachowanie przez pracowników odległości co najmniej 15 cm od kabli łączących elektrody z generatorem pozwala na spełnienie wymagań przepisów krajowych odnośnie dopuszczalnego poziomu ekspozycji. Ocena lokalnych narażeń w dłoni wymaga szczegółowej analizy współczynnika SAR, ponieważ bezpośrednio przy kablach natężenie pola elektrycznego przekracza 2-3 razy limit z nowej dyrektywy.

Opracowano no podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (projekt II.B.08).

ODDZIAŁYWANIE PÓL ELEKTRYCZNYCH CZĘSTOTLIWOŚCI PRZEMYSŁOWEJ NA MIERNIKI ELEKTROMAGNETYCZNEGO PROMIENIOWANIA RADIOFALOWEGO

Jolanta Karpowicz, Krzysztof Gryz, Wiesław Leszko

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

Badania dotyczyły czułości mierników przeznaczonych do pomiaru radiofalowych pól elektromagnetycznych na występujące w miejscu pomiarów pole elektryczne o częstotliwości przemysłowej 50 Hz oraz praktycznych konsekwencji tego zjawiska dla procesu oceny zgodności narażeń środowiskowych z wymaganiami dotyczącymi ochrony ludności i pracowników przed nadmiernym oddziaływaniem pól elektromagnetycznych w Polsce.

Badania laboratoryjne dotyczyły 8 analogowych i cyfrowych mierników radiofalowego pola elektromagnetycznego z różnych zakresów częstotliwości (z pasma od 3 kHz do 38 GHz), z izotropowymi sondami. Wykorzystano laboratoryjne źródło referencyjnego pola elektrycznego o częstotliwości 50 Hz i natężeniu z zakresu 5-30 kV/m (certyfikat akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji nr AP 061). Wyznaczono czułość mierników pola elektrycznego i magnetycznego (KE i KH) z zakresu radiofalowego na oddziaływanie pola elektrycznego o częstotliwości 50 Hz: KE = E(RF)/E(50Hz) oraz KH = H(RF)/E(50Hz).

Badane mierniki pola elektrycznego charakteryzuje czułość z przedziału KE=0,08–2,4 [V/m]/[kV/m], a mierniki pola magnetycznego KH=0,0002–0,02 [A/m]/[kV/m]. W przypadku pomiarów i oceny radiofalowego pola elektrycznego, jak i pola magnetycznego, w otoczeniu elektroenergetycznych linii przesyłowych WN gdzie natężenie pola elektrycznego o częstotliwości 50 Hz wynosi 1-10 kV/m (np. na poziomie ziemi, na dachach budynków, balkonach, rusztowaniach lub na słupach wsporczych linii), przy czułości KE i KH jak stwierdzono dla zbadanych mierników promieniowania radiofalowego, można uzyskać wskazania odpowiadające strefom ochronnym dla narażenia ludności i pracowników, nie odzwierciedlające rzeczywistych poziomów pól radiofalowych. Przy analizie wyników pomiarów pól radiofalowych w pobliżu źródeł pól elektrycznych małych częstotliwości, konieczne jest więc również rozpoznanie poziomu pola elektrycznego małej częstotliwości, zakłócającego w takiej sytuacji pomiar pola radiofalowego i oszacowanie istotności tych zakłóceń na podstawie czułości użytego miernika radiofalowego poza pasmem pomiarowym.

Opracowana no podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (projekt II.B.15).

ZAGROŻENIA ELEKTROMAGNETYCZNE ZWIĄZANE Z UŻYTKOWANIEM ŁĄCZNOŚCI BEZPRZEWODOWEJ PRZEZ PRACOWNIKÓW SŁUŻB RATUNKOWYCH I MUNDUROWYCH

Wiesław Leszko, Patryk Zradziński, Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

Badania ankietowe przeprowadzone wśród pracowników służb ratunkowych i mundurowych wykazały, że do łączności bezprzewodowej wykorzystują oni systemy łączność konwencjonalnej, trankingowej oraz GSM900. Coraz częściej na stanowiskach alarmowania i kierowania instalowane są anteny systemu GSM900 umożliwiające prowadzenie seryjnej korespondencji tekstowej ze stanowiska komputerowego. Celem badań była ocena pól elektromagnetycznych, których źródłem są urządzenia wspomnianych systemów, wykorzystywane do realizacji zadań służbowych przez tą grupę pracowników.

Przeprowadzono badania rozkładu przestrzennego pola elektrycznego i magnetycznego w otoczeniu profesjonalnych urządzeń łączności bezprzewodowej w 75 jednostkach:

- nasobnych: w trybach pracy z małą (1W) i dużą (4W) mocą wyjściową - użytkowanych przez każdego pracownika realizującego zadania w terenie
- przewoźnych: instalowanych wewnątrz pojazdów uprzywilejowanych, z anteną trwale montowaną do karoserii na zewnątrz pojazdów
- stacjonarnych: instalowanych w na stanowiskach alarmowania i kierowania.

Ocena zagrożeń została przeprowadzona w oparciu o kryteria podane w przepisach krajowych oraz zaleceniach międzynarodowych i normach europejskich.

Analiza uzyskanych wyników wskazuje, że przy radiotelefonach nasobnych pracujących w systemie konwencjonalnym oraz trankingowym występują pola elektromagnetyczne o natężeniach ze strefy zagrożenia i pośredniej, o zasięgu uzależnionym od trybu pracy urządzenia. Również przy antenach radiotelefonów przewoźnych instalowanych wewnątrz pojazdów uprzywilejowanych stwierdzono występowanie pól o natężeniach ze strefy zagrożenia i pośredniej. W pojazdach występują pola stref zagrożenia i pośredniej. Przy radiotelefonach stacjonarnych oraz w otoczeniu anten GSM900 znajdujących się na badanych stanowiskach alarmowania i kierowania stwierdzono występowanie pól strefy bezpiecznej.

Opracowano na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (zadanie 04.A.02).

WPŁYW PÓL ELEKTROMAGNETYCZNYCH ELEKTROENERGETYCZNYCH LINII PRZESYŁOWYCH NA SKŁAD BOTANICZNY ROŚLINNOŚCI

Małgorzata Rochalska, Łukasz Klatka

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Warszawa

Badano wpływ pola magnetycznego elektroenergetycznej linii przesyłowej o napięciu 440 kV znajdującej się w okolicy elektrociepłowni „Siekierki” w Warszawie na skład gatunkowy roślinności rosnącej pod obrysem czyli w obrębie działania pola magnetycznego linii o częstotliwości 50 Hz oraz poza zasięgiem działania pola. Indukcja magnetyczna w miejscu poza obrębem działania pola linii przesyłowej wynosiła 0 T (tło naturalne) a pod obrysem linii 0,34 μT i 0,1 μT w zależności od miejsca badania. Badanie składu botanicznego przeprowadzono metodą ramkową.

Stwierdzono różnice składu botanicznego flory rosnącej pod linia przesyłową i poza nią. Roślinami negatywnie reagującymi na podwyższone wartości pola magnetycznego o częstotliwości 50 Hz były: nawłoć późna, babka lancetowata i krwawnik pospolity.

Pozytywnie na podwyższone wartości pola magnetycznego o częstotliwości 50 Hz reagowało przymiotno kanadyjskie

Gatunki obojętne na wartości pola magnetycznego o częstotliwości 50Hz to trzcina pospolita, bodziszek łąkowy i perz właściwy

OCENA SAR W CIELE UŻYTKOWNIKÓW PRZENOŚNYCH URZĄDZEŃ PRACUJĄCYCH W KONWENCJONALNYM I TRANKINGOWYM SYSTEMIE ŁĄCZNOŚCI BEZPRZEWODOWEJ

Patryk Zradziński, Krzysztof Gryz, Jolanta Karpowicz, Wiesław Leszko

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa

Skuteczne prowadzenie działań wymaga stałej łączności pracowników służb ratunkowych i mundurowych z jednostkami koordynującymi oraz między sobą. Do najczęściej wykorzystywanych w tym celu urządzeń należą profesjonalne, przenośne urządzenia łączności bezprzewodowej. Celem badań była ocena wartości współczynnika szybkości pochłaniania właściwego (SAR) w ciele użytkowników takich urządzeń.

Symulacje numeryczne dla częstotliwości 150 MHz (łączność konwencjonalna) oraz 450 MHz (łączność trankingowa) dotyczące WBASAR (SAR uśredniany dla całego ciała) oraz SAR 10g (maksymalny lokalny uśredniany dla 10g tkanek głowy) wykonano z zastosowaniem techniki całek brzegowych (oprogramowanie CST STUDIO SUITE). Badania przeprowadzono dla: anatomicznych modeli ciała kobiety i mężczyzny, mocy wyjściowej radiotelefonu 1 W oraz rożnej odległości anteny (prętowej lub spiralnej o długościach odpowiadających ¼ długości fali dla analizowanej częstotliwości) od lewego ucha modelu. Ocena SAR została przeprowadzona zgodnie z zaleceniami międzynarodowych ICNIRP.

Wyniki badań wskazują na zależność wartości SAR 10g - zarówno od modelu numerycznego ciała człowieka, analizowanej częstotliwości, odległości anteny radiotelefonu od ciała człowieka, jak i stosowanej anteny. Obliczone wartości SAR 10g były: do 60 % większe w modelu mężczyzny, do 3-krotnie większe dla częstotliwości 150 MHz, do ponad 3-krotnie większe dla anteny spiralnej oraz do 40-krotnie większe dla odległości anteny od ciała człowieka 2 cm w stosunku do 10 cm. Największe wartości SAR 10g stwierdzono dla częstotliwości 150 MHz, anteny spiralnej umieszczonej w odległości 2 cm od ciała pracownika i stanowiły one 71 i 64% wartości granicznej określonej w ICNIRP (10 W/kg) odpowiednio dla modeli mężczyzny i kobiety. We wszystkich analizowanych scenariuszach wartości WBASAR nie przekraczały 3% wartości granicznej określonej w ICNIRP (0,4 W/kg). Rozrzut wyników SAR wskazuje znaczną niepewność wyników oceny narażenia na podstawie wyników symulacji numerycznych oraz na konieczność stosowania modeli numerycznych wiernie reprezentujących rzeczywiste warunki ekspozycji.

Opracowano na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy (zadanie 04.A.02).

PROBLEMY POMIAROWE PODCZAS REALIZACJI TESTÓW SPECJALISTYCZNYCH APRARTURY RENTGENOWSKIEJ NA PODSTAWIE WYNIKÓW BADAŃ PORÓWNAWCZYCH

Marcin Brodecki[1], Andrzej Bednarek[1], Przemysław Janiak[2], Marek Zmyślony[1]

[1]*Instytut Medycyny Pracy, Łódź;*
[2]*Krajowe Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia, Łódź*

Okresowa kontrola aparatury rentgenodiagnostycznej jest jednym z ważniejszych czynników wpływających na jakość uzyskiwanego obrazu rentgenowskiego oraz stan ochrony radiologicznej zarówno pacjenta jak i personelu medycznego. W świetle prawa, wszystkie ośrodki stosujące podczas procedur medycznych taką aparaturę zobowiązane są do zapewnienia właściwej pracy aparatów rtg. Kontrola jakości przeprowadzana jest w praktyce poprzez realizację testów specjalistycznych aparatury rentgenowskiej, wykonywanych najczęściej przez akredytowane laboratoria badawcze. Laboratoria takie w celu zdobycia i utrzymania akredytacji Polskiego Centrum Akredytacji zobowiązane są okresowego uczestnictwa w porównaniach międzylaboratoryjnych, które dowieść mają spójności pomiarowej lub jej braku w zakresie badanych parametrów fizycznych.

Instytut Medycyny Pracy w Łodzi przy współpracy z Krajowym Centrum Ochrony Radiologicznej w Ochronie Zdrowia od czterech lat jest organizatorem badań porównawczych pomiaru wybranych parametrów fizycznych rejestrowanych przez sprzęt do kontroli jakości aparatury rtg we wszystkich obszarach rentgenodiagnostyki. W naszych badaniach wzięło udział łącznie ponad 50 laboratoriów badawczych, dysponujących różnorodnym sprzętem dozymetrycznym.

Badaniom porównawczym poddane zostały zarówno parametry typowo dozymetryczne (np. kerma i moc kermy w powietrzu), jak i inne parametry wpływające na jakość tworzonego obrazu (np. warstwa połówkowego osłabiania, wysokie napięcia na lampie rentgenowskiej czy czas ekspozycji) oraz jego odczyt (np. luminancja negatoskopu i gęstość optyczna w zadanym punkcie pomiarowym). Dla wszystkich zakresów pomiarowych łączna liczba badanych parametrów fizycznych przekroczyła 20.

Znacząca liczba porównywanych laboratoriów oraz parametrów fizycznych pozwoliła na identyfikacje znaczących problemów pomiarowych dla poszczególnych zakresów, tj. stomatologii, radiologii konwencjonalnej wraz z fluoroskopią, mammografii i tomografii komputerowej.

W pracy omówione zostaną parametry fizyczne, których pomiar jest niejednoznaczny i problematyczny (min. moc dawki z użyciem fantomów we fluoroskopii, wysokie napięcie, wskaźniki densytometryczne i inne), a których wynik rzutuje znacząco na poziom narażenia radiacyjnego oraz diagnozę kliniczną.

OCENA DAWKI MAKSYMALNEJ NA SKÓRĘ U PACJENTÓW PODDANYCH ZABIEGOM Z ZAKRESU KARDIOLOGII I RADIOLOGII INTERWENCYJNEJ

Joanna Domienik[1], Marek Zmyślony[1], Andrzej Korejwo[2]

[1]Instytut Medycyny Pracy, Łódź;
[2]Uniwersytet Łódzki, Łódź

Celem badania była ocena dawki maksymalnej na skórę (MSD) otrzymywanej przez pacjentów poddanych zabiegom z zakresu kardiologii i radiologii interwencyjnej.

Pomiary MSD wykonano w trakcie 74 procedur (40 zabiegów kardiologicznych (angiografii i angioplastyk naczyń wieńcowych (CA/PTCA) i przezskórnych ablacji (RFA)) i 34 zabiegów naczyniowych takich jak angiografia i embolizacja naczyń głowy, embolizacja guza nerki oraz angiografia miednicy i angiografia nerek). Do pomiarów maksymalnej dawki na skórę w trakcie zabiegów w okolicach głowy wykorzystano kaptur z 40 dozymetrami termoluminescencyjnymi (TLD) typu MTS-N; w trakcie pozostałych procedur zastosowano filmy Gafchromic.

Na podstawie otrzymanych wyników pomiarów MSD stwierdzono, iż wartość 3 Gy przy której, w zależności od osobniczych predyspozycji, można zaobserwować pierwsze objawy skutków deterministycznych na skórze lub włosach pacjenta, została przekroczona w przypadku pacjentów poddanych zabiegowi angioplastyki naczyń wieńcowych (PTCA), angiografii miednicy jak również embolizacji naczyń głowy i embolizacji guza nerki. Najwyższe zmierzone wartości dawki maksymalnej wynosiły 3,0 Gy dla PTCA i angiografii miednicy oraz 3,2 Gy i 4,4 Gy w przypadku procedur embolizacji naczyń głowy i embolizacji guza nerki. W przypadku RFA, angiografii naczyń wieńcowych (CA) oraz angiografii głowy najwyższe wartości MSD wynosiły odpowiednio 2,5 Gy , 0,7 Gy oraz 1,2 Gy.

Analiza liniowych korelacji pomiędzy MSD a wskaźnikami dozymetrycznymi dostępnymi w pracowni interwencyjnej takimi jak DAP (Dose-Area product), dawka skumulowana (CD) czy czas fluoroskopii (FT) pozwoliła wyznaczyć poziomy alarmowe, informujące o możliwości otrzymania przez pacjenta w wyniku procedury dawki maksymalnej na skórę równej 3 Gy, dla niektórych wskaźników i poszczególnych typów procedur w przypadku, gdy badana korelacja była istotna.

Wykorzystanie w praktyce klinicznej filmów Gafchromic lub dozymetrów TL do pomiarów MSD u pacjentów jest kosztowne i czasochłonne. Wyznaczone poziomy alarmowe pozwoliłyby lekarzowi na szybką identyfikację tych pacjentów, u których istnieje ryzyko przekroczenia dawki 3 Gy a więc również ryzyko wystąpienia pierwszych objawów skutków deterministycznych. Zgodnie z przepisami prawa, tych pacjentów należy skierować na badania kontrolne celem ewentualnego podjęcia odpowiedniego leczenia. Do tej pory w wielu pracowniach identyfikacja pacjentów z podejrzeniem skórnych powikłań w wyniku przebytego zabiegu była niemożliwa lub prowadzona w oparciu o dawkę skumulowaną (CD), która, jak pokazują wyznaczone poziomy alarmowe, nie zawsze odzwierciedla, nawet w przybliżeniu, MSD.

OCENA NARAŻENIA ZAWODOWEGO PRACOWNIKÓW ZAKŁADÓW MEDYCYNY NUKLEARNEJ W POLSCE

Grażyna Krajewska[1], Krzysztof A. Pachocki[2]

[1]Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Warszawa;
[2]Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Warszawa

Celem podjętych badań była oceny narażenia wewnętrznego od radiojodu promieniotwórczego (^{131}I) pracowników w zakładach medycyny nuklearnej. Została ona oparta o przeprowadzone rzeczywistych pomiary poziomu radiojodu w tarczycy *(u ok. 100 osób w 4 ośrodkach stosujących ^{131}I)* oraz pomiarów mocy dawki na stanowiskach pracy.

Do pomiarów zawartości jodu (^{131}I) i technetu (^{99m}Tc) zastosowano przenośny zestaw spektrometrii gamma składający się z detektora NaI(Tl) *(typ 8024– kryształ 3 x 3 cale, o rozdzielczości 7,5% dla energii 661,6 keV)*, z wbudowanym fotopowielaczem i wewnętrzną osłoną antymagnetyczną oraz z analizatora Unispect, sterowanego z zewnętrznego komputera z oprogramowaniem Genie 2000 . Zestaw ten wyposażony był także w anatomiczny fantom szyi wraz z gruczołem tarczycy (prod. RSD, USA), wypełnianym wzorcowymi źródłami roztworów promieniotwórczych, który służył do kalibracji energetycznej i wydajnościowej powyższego zestawu pomiarowego.

Dawka ekspozycji zewnętrznej była mierzona zarówno w pokojach chorych (izolatkach), jak i w innych pomieszczeniach – sterowniach, pokojach podań radioizotopów, pracowniach radioizotopowych, rejestracji, poczekalni. Zastosowano środowiskowe detektory termoluminescencyjne (TLD) o dużej czułości. Ekspozycja detektorów trwała około 100 dni.

Pracowników podzielono na trzy kategorie zawodowe, powiązane czynnością wykonywaną z radioizotopem: *Personel techniczny* (np. technicy wykonujący badania scyntygraficzne), *Personel medyczny* (np. lekarze, pielęgniarki, fizycy medyczni), *Personel pomocniczy* (np. salowe, sanitariuszki, recepcjonistki).

W około 50% przypadków przeprowadzonych pomiarów poziomy zawartości jodu I-131 w tarczycy były na poziomie limitu detekcji użytej do pomiarów aparatury. Oszacowana maksymalna dawka wynosiła mniej niż 0,7 mSv, nie przekraczając 3,5% rocznego limitu dla narażonych zawodowo, który wynosi 20 mSv. W pozostałych przypadkach poziomy aktywności I-131 w tarczycy u badanych pracowników były zróżnicowane i zawierały się w przedziale 100 – 4000 Bq. Maksymalne dawki od jodu promieniotwórczego wystąpiły w grupie pracowników kategorii 2 (m.in. pielęgniarek). Systematycznie podwyższone poziomy obserwowano u osób kategorii 3 (m.in. sprzątających sale chorych, izolatki). Obecność technetu Tc-99m, można było stwierdzić w widmach promieniowania gamma tarczycy osób pracujących przy generatorach molibdenowych.

Maksymalne dawki od ekspozycji zewnętrznej zostały zmierzone w pokojach hospitalizowanych pacjentów (zakres 8 -10 μGy/h) oraz w łazienkach (około 1 μGy/h). Niewielkie dawki zarejestrowano także w przedsionkach izolatek (sal chorych) (około 0.8 μGy/h) oraz w pracowni radiochemicznej na stanowisku dyspensera PET i poczekalni pacjentów PET (około 0.5 – 0.6 μGy/h).

Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

ZAGROŻENIE RADONEM PRACOWNIKÓW PODZIEMNYCH TRAS TURYSTYCZNYCH W POLSCE

Jerzy Olszewski, Katarzyna Walczak

Instytut Medycyny Pracy, Łódź

W celu oszacowania stopnia zagrożenia radonem ^{222}Rn w podziemnych trasach turystycznych przeprowadzono okresowe (od 1 do 2 miesięcy) pomiary stężeń radonu. Pomiary wykonano w okresie letnim za pomocą detektorów śladowych typu Tastrak. Dozymetry rozmieszczane były przez pracowników tras na podstawie przesłanej instrukcji. Do tras w zależności od ich wielkości było przesłanych od 3 do 7 dozymetrów. Dozymetry wysłane zostały do 100 tras turystycznych, z których pozytywnie odpowiedziało 66.

Przeprowadzone badania pokazały, iż w ponad połowie zbadanych tras (54,5%) średnie zmierzone stężenie nie przekracza 500 Bqm^{-3}. W 15,2% tras średnie stężenie zawierało się w przedziale od 500 do 1000 Bqm^{-3}. Stężenie przekraczające 1000 Bqm^{-3} stwierdzono w 30,3% tras (20 tras). Stężenie 1000 Bqm^{-3} jest sugerowanym poziomem akcji (action level), powyżej którego należy podjąć konkretne działania związane ze spodziewanym poziomem narażenia na promieniowanie. Średnie zmierzone stężenie w tej ostatniej kategorii tras wyniosło 3200 ± 2400 Bqm^{-3}, przy czym najwyższe - 9200 Bqm^{-3}. Według danych otrzymanych od pracowników, w tych 20 trasach pracuje ponad 250 pracowników przebywając w podziemiach średnio 400 godzin w roku (max 1440 godzin). Ze względu na fakt, że jednogodzinna praca w obecności radonu o stężeniu 1 Bqm^{-3} powoduje otrzymanie dawki w wysokości 3,2 nSv (dla dynamicznej równowagi promieniotwórczej = 0,4), można oszacować, że średnia dawka skuteczna od radonu na jaką narażeni będą pracownicy wyniesie 4,6±3,4 mSv na rok. W trasie turystycznej o najwyższym stwierdzonym stężeniu dawka ta może sięgać 12 mSv na rok. Pracownicy tych tras powinni być zaliczeni do kategorii A lub B narażenia na promieniowanie jonizujące. Według danych Państwowej Agencji Atomistyki w roku 2011 dawki z zakresu 6÷15 mSv otrzymało 45 pracowników w Polsce. Można oszacować ze objęcie kontrolą ekspozycji na radon pracowników podziemnych tras turystycznych podwoiłoby tę liczbę.

Ekspozycja na radon powoduje zwiększenie ryzyka zachorowania na nowotwór płuc, a radon został zaliczony przez Międzynarodową Agencję Badań nad Rakiem (IARC) do I grupy kancerogenów (jest rakotwórczy dla ludzi). Standaryzowane współczynniki zachorowalności na raka płuc wynoszą 60 dla mężczyzn i 14 dla kobiet na 100000 osób. Badania przeprowadzone na grupach górników kopalń rud uranu i innych wykazały, iż obserwowany nadmiar ryzyka względnego (ERR) zależy liniowo od skumulowanej ekspozycji na radon. Na podstawie wykonanych pomiarów oszacowano, że dla pracowników tras turystycznych, w których stężenia przekraczały 1000 Bqm^{-3}, dla 40 letniego okresu pracy nadmiar ryzyka względnego wyniesie 0,1 (10%).

RENTGENOWSKIE BADANIA DIAGNOSTYCZNE NA TERENIE WOJEWÓDZTWA MAZOWIECKIEGO

Marcin Bekas, Krzysztof A. Pachocki

Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Warszawa

Postawienie właściwej diagnozy medycznej przez lekarza wymaga przeprowadzenia szeregu badań pacjenta, do których należy zaliczyć między innymi badania rentgenowskie. Od sposobu i jakości wykonania badania w znacznej mierze zależy dalsze postępowanie z chorym, a co za tym idzie rokowanie co do jego wyleczenia. Badania rentgenowskie wykonywane są powszechnie. Ich istotną cechą jest szybkość wykonania, co jest niezbędne np. w przypadku urazów komunikacyjnych, gdy konieczne jest uzyskanie wyniku w krótkim czasie oraz stosunkowo niewysoki koszt wykonania samego badania. Należy mieć jednak na uwadze, iż wykonanie badania rentgenowskiego, niezależnie od jego rodzaju wiąże się z narażeniem pacjenta na działanie promieniowania jonizującego. Wielkość tego narażenia zależna jest od wykonywanej procedury medycznej, stanu technicznego aparatu rentgenowskiego oraz dobranych warunków ekspozycji. Najbardziej obciążającymi badaniami są rentgenowskie badania tomograficzne i badania z zakresu radiologii zabiegowej, zaś najmniej rentgenowskie badania stomatologiczne.

Oszacowanie liczby wykonywanych na terenie woj. mazowieckiego badań rentgenowskich wg. ich rodzaju przeprowadzono metodą ankietową. W tym celu opracowano wzory ankiet z pytaniem o liczbę wykonywanych miesięcznie badań rentgenowskich ogólno-diagnostycznych, stomatologicznych, mammograficznych, a także z użyciem tomografii komputerowej, osobno dla dzieci, kobiet i mężczyzn. W ankietach tych uwzględniono najważniejsze procedury rentgenowskie, których łącznie wyszczególniono 28. Dobór placówek służby zdrowia, w których proszono o podanie liczby wykonywanych badań rentgenowskich odbywał się w sposób losowy, przy czym narzucono warunek, aby poszczególnym typom pracowni rentgenowskich (pod względem rodzaju prowadzonej diagnostyki medycznej) odpowiadał podobny procent wysłanych ankiet – po 30 % dla każdego typu pracowni rtg (ogólnodiagnostycznych, mammograficznych, stomatologicznych, tomografii komputerowej).

Z przeprowadzonej analizy zebranych ankiet oszacowano, że w 2009 roku na terenie województwa mazowieckiego przeprowadzono ogółem 7 612 046 diagnostycznych badań rentgenowskich. Uwzględniając liczbę mieszkańców województwa, daje to 1460 badań na 1000 mieszkańców. Najwięcej badań rentgenowskich dotyczyło diagnostyki ogólnej: 5 596 057 badań (73,52%), w tym badania klatki piersiowej w projekcji AP i LAT: 2 202 747 (28,94 %). Na drugim miejscu uplasowały się rentgenowskie badania stomatologiczne, których łącznie wykonano 1 420 634 (18,65 %). W tej grupie badań dominowały badania stomatologiczne punktowe (wewnątrzustne) 1 228 610 (86,48%). Badania z zakresu tomografii komputerowej (CT), których łącznie było 400 027 stanowiły 5,26% wszystkich badań. Najwięcej dotyczyło badania głowy – 199 920 (49,98%). Badań mammograficznych wykonano łącznie 195 328 (2,57 %).

Otrzymane dane liczbowe wskazują, iż nastąpił wzrost liczby wykonywanych badań rentgenowskich w przeciągu ostatnich lat. Zmianie uległa również ich struktura. Niezbędne jest stałe monitorowanie sytuacji w tym zakresie, bowiem między innymi od liczby i rodzaju wykonywanych badań zależy wielkość narażenia populacji na promieniowanie jonizujące.

BADANIE STĘŻENIA GAZU PROMIENIOTWÓRCZEGO RADONU ^{222}RN W POWIETRZU GLEBOWYM ORAZ JEGO EKSHALACJA Z GRUNTU NA TERENIE POGÓRZA ŚWIĘTOKRZYSKIEGO

Krzysztof A. Pachocki, Marcin Bekas, Kamil Wieprzowski

Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Warszawa

Znajomość stężenia gazu promieniotwórczego radonu ^{222}Rn w powietrzu glebowym oraz jego dróg migracji z gleby do atmosfery (ekshalacja) stanowi podstawową informację niezbędną do oszacowania obciążenia radiacyjnego populacji zamieszkującej rejony kraju, w których występują jego podwyższone stężenia. Radon ^{222}Rn i jego pochodne (^{218}Po, ^{214}Pb, ^{214}Bi, ^{214}Po) uznawane są za jedną z głównych przyczyn nowotworów płuc.

Wybór obszaru województwa świętokrzyskiego do badań wiąże się z sugerowanym występowaniem wyższego potencjału radonowego na terenie Gór Świętokrzyskich, obok Sudetów, Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, Karpat i Wyżyny Lubelskiej, jak również miejsc o wyraźnie zwiększonej zawartości uranu w rejonie Rudek, Miedzianej Góry, Miedzianki, Daleszyc oraz Winnej.

Pomiar stężenia radonu w powietrzu glebowym przeprowadzono metoda aktywną z wykorzystaniem miernika AlphaGUARD PQ-2000 prod. Genitron, który umożliwia otrzymanie wyniku pomiaru w czasie rzeczywistym. Procedura pomiarowa wymaga wbicia specjalnej sondy w glebę na głębokość ok. 70 cm, a następnie umieszczeniu w jej wnętrzu próbnika umożliwiającego zbieranie (wymuszone przez pompę AlphaPUMP) radonu przedostającego się z otaczających sondę warstw gleby. Ta metoda pomiaru dostarcza informacji o chwilowych stężeniach radonu w powietrzu glebowym. Wartość mierzonego stężenia radonu jest wartością średnią z około pięciu 10-minutowych pomiarów.

Do pomiarów ekshalacji zastosowano dwie metody. Jedna polega na użyciu specjalnie zaprojektowanego lejka, zakończonego wewnętrznym gwintem umożliwiającym szczelne zamocowanie detektora radonowego Pico-Rad prod. Packard USA. Przyrząd ten umieszczano w miejscu badania, a następnie eksponowano detektor w czasie od 6 do 12 godzin. Stężenie radonu oznaczano w laboratorium Zakładu metodą ciekłej scyntylacji, w liczniku Packard TriCarb 1900 TR, przy użyciu scyntylatora Insta-Fluor. W drugiej metodzie, do pomiaru ekshalacji radonu z gleby wykorzystywany był miernik – komora jonizacyjna AlphaGUARD, model PQ 2000 umożliwiający pomiar stężenia radonu w trybie przepływowym. W skład zestawu pomiarowego wchodziła ponadto pompa AlphaPUMP oraz specjalna komora ekshalacyjna (ExhBox). W 10-minutowych interwałach czasowych miernik rejestrował narastające w komorze stężenia radonu. Pompa może pracować z trzema prędkościami przepływu: 0,3 dm^3/min., 0,5 dm^3/min i 1 dm^3/min. Pomiary prowadzono przy prędkości 0,3 dm^3/min, aby nie wymuszać dodatkowego wypływu radonu z gleby.

Rejestrowano stężenia od kilkudziesięciu tysięcy do ponad stu tysięcy Bq/m^3 radonu w powietrzu glebowym. Średnia szybkość ekshalacji radonu z gruntu wynosiła ok. 26,9 mBq/m^{2}s, przy czym w okresie zimowym blisko 90% uzyskanych wyników pomiarów ekshalacji mieści się w przedziale do 20 mBq/m^{2}s.

Zaobserwowano dużą zmienność zarówno w rejestrowanym stężeniu radonu w powietrzu glebowym, jak i w szybkości ekshalacji radonu z gruntu. Sytuacja powyższa wymusza konieczność wykonania znacznie większej liczby pomiarów dla dokładnego zlokalizowania rejonów o najwyższych stężeniach radonu.

STAN TECHNICZNY STOMATOLOGICZNYCH APARATÓW RENTGENOWSKICH NA TERENIE WOJEWÓDZTWA MAZOWIECKIEGO

Marcin Bekas, Andrzej Magiera, Krzysztof A. Pachocki

Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny, Warszawa

Zgodnie z wymogami rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 18 lutego 2011 r. w sprawie warunków bezpiecznego stosowania promieniowania jonizującego dla wszystkich rodzajów ekspozycji medycznej diagnostyczne aparaty rentgenowskie stosowane do celów medycznych winny podlegać okresowym testom kontroli fizycznych parametrów. Podstawowym wykonywanym przez pracowników jednostki ochrony zdrowia upoważnionych do obsługi aparatów rentgenowskich oraz testom specjalistycznym wykonywanym przez laboratoria badawcze posiadające akredytacje na zgodność z normą PN-EN-ISO 17025. Od stanu technicznego aparatu rentgenowskiego w dużej mierze zależy jakość uzyskanego obrazu rentgenowskiego, a co za tym idzie trafność co do stawianej diagnozy medycznej przez lekarza. Również stan aparatu może mieć wpływ na wielkość dawki promieniowania na jaką narażony będzie pacjent w trakcie badania diagnostycznego. Jest to o tyle istotne, iż promieniowanie jonizujące nie jest neutralne dla Zdrowia pacjenta i konieczne staje się zminimalizowanie wielkości dawki do wartości niezbędnej do otrzymania poprawnego obrazu rentgenowskiego.

Celem niniejszej pracy było dokonanie oceny stanu technicznego stomatologicznych aparatów rentgenowskich stosowanych w placówkach służby Zdrowia na terenie województwa mazowieckiego. Badaniami objęto 79 aparatów stomatologicznych punktowych (wewnątrzustnych). W ramach prowadzonych badań przeprowadzono testy specjalistyczne umożliwiające dokonanie oceny: dokładności i powtarzalności wysokiego napięcia, dokładności i powtarzalności czasu ekspozycji, grubości warstwy półchłonnej, całkowitej filtracji, wydajności lampy rentgenowskiej oraz wielkości rzeczywistej ogniska lampy rentgenowskiej.

Stwierdzono, iż 68,4 % rentgenowskich aparatów stomatologicznych punktowych (wewnątrzustnych) w pełni spełnia kryteria określone w wyżej cytowanym rozporządzeniu, zaś 31,6 % nie spełnia części z nich. Najczęściej stwierdzana niezgodność dotyczyła dokładności czasu ekspozycji (53 %), poziomu wydajności lampy rentgenowskiej (16 %) i niezgodności ustawienia wysokiego napięcia (13%). Dla części aparatów (10,1%) stwierdzono, więcej niż jedną usterkę techniczną.

Otrzymane wyniki badań potwierdziły zasadność funkcjonowania wprowadzonego w Polsce systemu kontroli parametrów fizycznych aparatury rentgenowskiej, bowiem pozwala on wykrywać dysfunkcje urządzeń, które w konsekwencji mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia lub życia pacjenta. Wyniki testów pomocne są również placówce służby zdrowia stosującej aparaty rentgenowskie, bowiem dają one informację co do konieczności podjęcia ewentualnych działań naprawczych (wezwanie serwisu urządzenia) lub też wycofania aparatu rentgenowskiego z eksploatacji.

OPTYMALIZACJA PARAMETRÓW PROCEDURY OZNACZANIA CAŁKOWITEJ AKTYWNOŚCI BETA W WODACH O RÓŻNEJ MINERALIZACJI

Kamil Wieprzowski, Krzysztof Pachocki, Marcin Bekas, Zdzisław Różycki

Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego - Państwowy Zakład Higieny, Warszawa

W Polsce nie ma obecnie obowiązujących limitów na zawartość naturalnej promieniotwórczości w wodach. Stosuje się zalecenia WHO: “Guidelines for drinking water quality – fourth edition”. Pierwszym elementem strategii oceny radioaktywności wody jest pomiar całkowitych aktywności alfa i beta. Po przekroczeniu zalecanych poziomów: 0,5 Bq/dm^3 (alfa) i 1,0 Bq/dm^3 (beta) należy prowadzić dalsze etapy oceny obejmujące oznaczenia aktywności poszczególnych radionuklidów i na tej podstawie oszacowanie dawek skutecznych (efektywnych) promieniowania od konkretnych radioizotopów i ich zsumowanie.

Do oznaczeń aktywności alfa (α) i beta (β) stosuje się metody polegające na odparowywaniu wody do suchości i prażeniu pozostałości w piecu. Po prażeniu pozostałość rozciera się i przenosi do stalowych miseczek pomiarowych („planchetek”). Do pomiaru aktywności stosuje się 2 niezależne zestawy pomiarowe Sapos-90 razem z odpowiednimi sondami do pomiarów: α – scyntylator ZnS/Ag typu SAD-13-UO4 i do oznaczeń β – plastikowy scyntylator typu SPF-35-UO4. Poprzednio (przed optymalizacją) wykorzystywano miseczki pomiarowe o średnicy wewnętrznej 2,4 cm. Stosowane metody pomiarowe i posiadana aparatura mają jednak spore ograniczenia: wysokie tło własne, długi czas zliczania próbek (nawet 80000 s dla aktywności alfa), wysoki próg oznaczalności (zwłaszcza całkowita alfa, gdzie występuje wysoka samoabsorpcja cząstek w warstwie wzorca lub próbki), problemy z osiągnięciem zalecanych przez WHO limitów (zwłaszcza w przypadku wód o wysokiej mineralizacji).

Dlatego też, aby usprawnić wykonywanie pomiarów dokonano optymalizacji poprzez zastosowanie naczynek pomiarowych o większej średnicy (ok. 4 cm).

Przetestowano wzorce chlorku potasu do oznaczania aktywności beta. Przeprowadzono serie pomiarów, żeby zbadać wpływ gęstości powierzchniowej naniesionego wzorca na wydajność zliczania. Spreparowano wzorce o gęstościach powierzchniowych: 10, 30, 50, 70, 100, 150, 200, 250, 300 i 350 mg/cm^2. Minimalna ilość osadu jaki naniesiono na planchetkę wyniosła 140 mg. Przy tych parametrach osiągnięto wydajność zliczania wynoszącą ok. 32 %. Maksymalna ilość osadu jaki można umieścić w naczynku pomiarowym wynosi 4,9 g, co odpowiada gęstości powierzchniowej 350 mg/cm^2. Przy tych parametrach osiągnięto wydajność 9,0 %. Tak duża ilość osadu może być przydatna w oznaczaniu całkowitej aktywności beta w solankach, o całkowitej mineralizacji sięgającej nawet 130 g/dm^3.

Przeprowadzona optymalizacja polegająca na trzykrotnym zwiększeniu powierzchni planchetki umożliwiła ok. trzykrotne zmniejszenie wykrywanej aktywności, przy zachowaniu tej samej gęstości powierzchniowej. W oparciu o posiadane naczynka pomiarowe planuje się usprawnienie również metody oznaczania całkowitej aktywności alfa w wodach.

ROZMIESZCZENIE WYBRANYCH IZOTOPÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH W OSADACH DENNYCH BAŁTYKU POŁUDNIOWEGO, 2011-2012

Maria Suplińska, Adam Adamczyk

Centralne Laboratorium Ochrony Radiologicznej , Warszawa

Celem pracy jest badanie zmian skażeń promieniotwórczych Morza Bałtyckiego, na podstawie corocznych oznaczeń stężeń promieniotwórczych długożyciowych radionuklidów pochodzenia antropogenicznego (^{137}Cs, ^{238}Pu, ^{239,240}Pu) w osadach dennych. Równolegle prowadzono również oznaczenia wybranych izotopów naturalnych (^{210}Pb, ^{226}Ra, ^{238}U). Praca jest częścią badań skażeń promieniotwórczych Morza Bałtyckiego prowadzonych przez wszystkie kraje nadbałtyckie. Badania zapoczątkowane w 1980 roku prowadzone są obecnie pod auspicjami Komisji Helsińskiej (HELCOM).

Osady denne są odzwierciedleniem zmian zachodzących w ekosystemie ze względu na kumulację zanieczyszczeń. W rejonie Bałtyku Południowego obserwuje się różnice w rozmieszczeniu badanych izotopów związane z położeniem geograficznym oraz różnice w ich rozmieszczeniu w głąb osadów. W Basenie Gdańskim stężenia promieniotwórcze ^{137}Cs były kilka razy wyższe niż w Basenie Bornholmskim. Najwyższe stężenia tego izotopu obserwowano w górnych warstwach osadu. W 2012 roku średnie stężenia promieniotwórcze ^{137}Cs w warstwach od 0 do 5cm było w zakresie od 222±10 Bq kg$^{-1}_{sm}$ (Zatoka Gdańska – P116) do 50,1±5,8 Bq kg$^{-1}_{sm}$ (Głębia Bornholmska-P5).

Stężenia promieniotwórcze ^{239,240}Pu i ^{238}Pu w Bałtyku Południowym były także zróżnicowane; znacznie wyższe w Basenie Gdańskim niż w Basenie Bornholmskim. W odróżnieniu od ^{137}Cs, wyższe stężenia promieniotwórcze plutonu występowały w głębszych warstwach osadu. Maksymalne stężenie ^{239,240}Pu - 4,78 ± 0,16 Bq kg$^{-1}_{sm}$ stwierdzono w warstwie 9-11cm w Zatoce Gdańskiej (P-110), natomiast najwyższe ze stężeń ^{239,240}Pu określone w Głębi Bornholmskiej (P-5) w warstwie 3-4cm wynosiło 1,13± 0,05 Bq kg$^{-1}_{sm}$.

Stężenia promieniotwórcze ^{210}Pb znacząco różniły się w zależności od rejonu morza i rozmieszczeniu w głąb osadu, będąc najwyższymi w jego górnej warstwie. Oznaczone w 2012 roku stężenia tego izotopu w warstwie 0-1 cm osadów mieszczą się w zakresie 586±16 Bq kg$^{-1}_{sm}$ w Zatoce Gdańskiej, do 188±5 Bq kg$^{-1}_{sm}$ w Basenie Bornholmskim. Stężenie promieniotwórcze ^{226}Ra było praktycznie stałe na całej głębokości osadów, a w zależności od położenia geograficznego stężenia te różniły się od ok. 25,0±1,2 Bq kg$^{-1}_{sm}$ do 50,2±1,1 Bq kg$^{-1}_{sm}$ Bq/kg. Analogiczne różnice stężeń obserwowano dla ^{238}U.

Rozmieszczenie ^{137}Cs, ^{238}Pu, ^{239,240}Pu w profilach osadowych potwierdza, że głównym źródłem ^{137}Cs była awaria reaktora jądrowego w Czarnobylu (rok 1986), a izotopów plutonu – próbne wybuchy broni jądrowej (najintensywniejsze w latach 1961-1962).

Praca sponsorowana przez Państwową Agencję Atomistyki, Warszawa

SZACOWANIE DAWEK EFEKTYWNYCH POCHODZĄCYCH OD RADONU W WYBRANYCH PLACÓWKACH GEOTERMALNYCH SPA NA PODSTAWIE INFORMACJI O STĘŻENIACH RADONU

Katarzyna Walczak, Marek Zmyślony

Instytut Medycyny Pracy, Łódź

W wodach geotermalnych znajduje się między innymi rozpuszczalny gaz – alfa promieniotwórczy radon, który stanowi zagrożenie dla zdrowia człowieka, szczególnie po przedostaniu się do jego dróg oddechowych. Placówki SPA, wykorzystujące wody geotermalne, mogą stanowić źródło zwiększonej dawki promieniowania dla osób w nich przebywających. Celem pracy było oszacowanie dawek otrzymanych przez pracowników, jak i kuracjuszy zażywających relaksu, na podstawie informacji o stężeniach radonu, dostępnych w danych literaturowych. Analizowano wartości stężeń radonu w 17 geotermalnych placówkach: 3 w Grecji, 5 w Iranie, 4 w Chinach i 5 w Indiach. Korzystając z zależności, że 1 godzinna ekspozycja na stężenie radonu 1Bq/m^3 przy współczynniku równowagi F=0,4 odpowiada dawce efektywnej 3,2 nSv, oszacowano dawki otrzymane przez ludzi przebywających w SPA. Stwierdzono, że poziomy stężeń radonu w SPA są od kilku, do kilkunastu razy wyższe od stężeń w zamkniętych pomieszczeniach nie wykorzystujących wód geotermalnych, jakimi są na przykład budynki mieszkalne. W 82% analizowanych SPA zaistniało niebezpieczeństwo otrzymania przez pracownika dawki wyższej niż 1mSv/rok, co w prawodawstwie polskim kwalifikuje go do kategorii B narażenia radiacyjnego (m. in. do objęcia go kontrolą dozymetryczną). W przypadku kuracjuszy dawki pochłonięte są dużo niższe, ze względu na krótki czas przebywania w narażeniu na radon emitowany przez wody geotermalne. Analiza stężeń radonu w placówkach SPA pokazuje, że temat ochrony radiologicznej pracowników działających przy wodach geotermalnych jest istotny. Należałoby rozważyć, objęcie pracowników SPA przebywających przy wodach geotermalnych kontrolą dozymetryczną.

XVI Zjazd

Polskiego Towarzystwa Badań Radiacyjnych

im. Marii Skłodowskiej-Curie

Indeks Autorów

Białowieża, 23-26 września 2013

Abdoul-Carime Hassan 34
Adamczyk Adam....108
Adamczyk Agnieszka 73
Adamowicz Małgorzata 67,69
Ambroziak Magdalena....43,51
Aniołczyk Halina 65,91
Banaś Dariusz 39
Barszczewska Wiesława 89
Bartłomiejczyk Teresa 48,70
Bednarek Andrzej 101
Bekas Marcin 105,106,107,108
Bieńkowski Paweł....92
Biesaga Beata 30,37,73,74
Bobrowski Krzysztof 23,52,60
Braziewicz Janusz 39,46,83
Brodecki Marcin 101
Brzóska Kamil....31,63
Bugaj Anna 90
Bukowska-Strakova Karolina 37
Bulski Wojciech....40,71
Buraczewska Iwona 48,63,76,81
Cebulska-Wasilewska Antonina 29
Celuch Monika....44,60
Cheda Aneta....32,45
Chełmiński Krzysztof 40,71
Chłopicki Stefan....32
Chmielewski Andrzej....66
Choiński Jarosław 39
Cortella Laurent 87
Czub Joanna 39,83
Darasz Zbigniew 73
de La Fuente Julio 52
Didik Joanna 33
Dobrzyńska Małgorzata M. 72
Domański Andrzej 40
Domazou Anastasia....33
Domienik Joanna....102
Drąg Zbigniew 29
Fendrych Żaneta....46
Florek Agnieszka 53
Foreman Mark R. StJ. 35
Fortuna Beata 46
Gajowik Aneta 72
Gasińska Anna 37,73,74
Gerszon Joanna 79
Gębicka Lidia 33
Gębicki Jerzy L. 33,57

Gębicki Jerzy....32
Głuszewski Wojciech....86,87
Góźdź Stanisław....53
Grądzka Iwona....38,70
Grębowski Jacek....54,55
Grodkowski Jan....35
Gryz Krzysztof....64,94,95,96,97,98,100
Haghdoost Siamak....83
Hilczer Maria....36
Hudson Michael J....35
Illenberger Eugen....34
Iwaneńko Teresa....77
Janecka Anna....37,74
Janiak Marek K....32,44
Janiak Przemysław....101
Janik Ireneusz....44
Janowicz Maciej....76
Jaskóła Marian....39
Jówko Antoni....42,89
Kabat Damian....37,74
Kacprzyk Janusz....67,69
Kadłubowski Sławomir....91
Kamiński Zbigniew....67,69
Karpowicz Jolanta....64,94,95,96,97,98,100
Kaźmierczak Urszula....39
Kędzierawski Piotr....53
Kieliszek Jarosław....62
Kisała Joanna....60
Klatka Łukasz....98
Kocia Rafał....35
Konarska Anna....43,51,56
Konopacka Maria....47,75
Koppenol Willem H.....33
Kopyra Janina....34
Korejwo Andrzej....102
Korman Andrzej....39
Kornacka Ewa Maria....88
Kosno Katarzyna....44
Krajewska Grażyna....103
Krajewski Paweł....28
Krokosz Anita....54,55
Królicki Leszek....62
Kruczak Anna....30
Kruszewski Marcin....31,39,48,56,63,66,70,76,77,82,84,85
Krzysiek Mateusz....29
Kubacki Roman....63
Kuich Magdalena....40
Lankoff Anna....39,46,48,53,56,63,76,77,82

Leszko Wiesław 94,95,96,97,98,100
Lisowska Halina 39,46,53,83
Magiera Andrzej 107
Malinowska Aneta 39
Małecki Krzysztof 73
Mamrot Paweł 65,92
Marcinek Andrzej 32
Mariańska Magda 65,92
Masłowska Agnieszka 60
Matulewicz Łukasz 80
Meisner Piotr 57
Męczyńska-Wielgosz Sylwia 38,77
Michalczuk Bartosz 89
Michalik Jacek 90
Mirkowski Jacek 35
Nieevart Sander 83
Niemiec Joanna 30,73
Nowakowska Justyna 46
Nowosielska Ewa M. 32,45
Olszewski Jerzy 104
Pachocki Krzysztof A. 68,103,105,106,107,108
Papierz Sylwia 67,69
Pogocki Dariusz 44,60
Politański Piotr 61
Przybytniak Grażyna 25,59
Puchała Mieczysław 54,55,78,79,81
Radzikowska Joanna 72
Rajkiewicz Maria 86
Rochalska Małgorzata 99
Rochowiak Julita 78
Rodacka Aleksandra 54,78,79,81
Rogoliński Jacek 47,75
Rosiak Elżbieta 62
Rosiak Janusz M 91
Rostkowska Joanna 40,71
Różycki Zdzisław 108
Sackiewicz-Słaby Agata 68
Sadło Jarosław 90
Sikorska Katarzyna 48,63
Skotnicki Konrad 52,60
Słonina Dorota 26,37,74
Sobiczewska Elżbieta 62
Sobiech Paweł 62
Sobotka Piotr 40
Sochanowicz Barbara 38
Sokołowski Andrzej 30
Sokół Maria 80
Sollazzo Alice 83

Sommer Sylwester 48,63,66,76,82
Staaf Elina 83
Stankiewicz Monika 46
Stankiewicz Wanda 62
Steblecka Małgorzata 41
Sterniczuk Marcin 90
Stępień Artur 29
Stępień Katarzyna 56
Strózik Tadeusz 36
Strumiłło Joanna 78,79,81
Strzelczak Grażyna 90
Sulich Agnieszka 34
Suplińska Maria 109
Szadkowska-Nicze Magdalena 50
Szajdzińska-Piętek Ewa 41
Szefliński Zygmunt 39
Szkopińska Karolina 55
Ślosarek Krzysztof 47,75
Światła-Wójcik Dorota 49
Tran Quoc Khoï 87
Ulański Piotr 91
Urbański Piotr 83
Wach Radosław 91
Walczak Katarzyna 104,110
Walo Marta 59
Wardman Peter 24
Wasyk Iwona 48,76,82
Węgierek-Ciuk Aneta 46,53,56
Wieprzowski Kamil 106,108
Wincenciak Marta 32,45
Wnorowski Karol 42,89
Wnuk Marian 63
Wojewódzka Maria 39,48,56,63,76,77,82
Wolszczak Marian 36,41,43,51,54,55,56
Wójcik Andrzej 22,46,53,83
Wójcik Mariusz 58
Wójciuk Grzegorz 84,85
Wójciuk Karolina 84,85
Wrembel – Wargocka Jolanta 32,45
Wroński Paweł 50
Wylazowska Anita 56
Wysocka Joanna 30
Zagórski Zbigniew Paweł 86,88
Ziobro Marek 30
Zmyślony Marek 27,67,69,101,102,110
Zradziński Patryk 94,95,96,98,100