



Best Practice în Medicina Nucleară

Partea 2

Ghidul Tehnologistului



Sponsorizat de

Bristol-Myers Squibb
Medical Imaging

Innovators at Heart

Au contribuit

Alberto Cuocolo, MD

Președinte EANM
Departamentul de Științe Biomorfologice și
Funcționale
Universitatea din Napoli – Federico II
Napoli, Italia

Sylviane Prévot

Președinte al Comitetului Tehnologiştilor al
EANM
Tehnologist Șef, Responsabil cu
Radioprotecția
Service du Professeur F. Brunotte
Centre Georges-François Leclerc
Dijon, Franța

Ellinor Busemann Sokole, PhD

Membru al Comitetului de Fizică al EANM
Departamentul de Medicină Nucleară
Centrul Medical Academic, Universitatea din
Amsterdam
Amsterdam, Olanda

Felicia Zito, PhD

Fizician Șef
Departamentul de Medicină Nucleară
Fondazione Ospedale Maggiore Policlinico,
Mangiagalli e Regina Elena
Milano, Italia

Cristina Canzi, PhD & Franco Voltini, PhD

Fizician
Departamentul de Medicină Nucleară
Fondazione Ospedale Maggiore Policlinico,
Mangiagalli e Regina Elena
Milano, Italia

Eric P. Visser, PhD

Fizician
Departamentul de Medicină Nucleară
Centrul Medical Universitar Radboud
Nijmegen, Olanda

Sarah Allen, PhD

Fizician consultant
Departamentul de Medicină Nucleară
Guy's & St Thomas' NHS Foundation Trust
Londra, Marea Britanie

Julie Martin

Director Medicină Nucleară
Departamentul de Medicină Nucleară,
Guy's & St Thomas' NHS Foundation Trust
Londra, Marea Britanie

Editor

Sue Huggett

Membru al Subcomitetului de Educație al
Tehnologiştilor, al EANM
Profesor universitar
Londra, Marea Britanie

Tradus sub îndrumarea

Piciu Doina

Șef Departament Medicină Nucleară, Medic
specialist Medicină Nucleară,
Departamentul de Medicină Nucleară, Institutul
Oncologic „Prof. Dr. I Chiricuță” Cluj Napoca,
România

Tradus și editat în română de

Peștean Claudiu

Tehnician Medical Specialist de Medicină
Nucleară,
Departamentul de Medicină Nucleară, Institutul
Oncologic „Prof. Dr. I Chiricuță” Cluj Napoca,
România

Roman Alexandrina

Fizician Medical
Departamentul de Medicină Nucleară, Institutul
Oncologic „Prof. Dr. I Chiricuță” Cluj Napoca,
România

Această broșură a fost sponsorizată printr-un grant educațional de către Bristol-Myers Squibb Medical Imaging. Conceptul aparține autorilor, și nu companiei Bristol-Myers Squibb Medical Imaging.

Cuprins

Cuvânt înainte

Sylviane Prevôt..... 4

Introducere

Albert Cuocolo M.D..... 5

Capitolul 1 – Reglementări Europene..... 6

1.1 Radioprotecție

Sylviane Prevôt..... 6

1.2 Ce sunt Asigurarea Calității și Controlul Calității și de ce avem nevoie de acestea?

Ellinor Busemann Sokole, PhD..... 13

Capitolul 2 – Best Practice în Radioprotecție

Felicia Zito, PhD; Cristina Canzi, PhD & Franco Voltini, PhD..... 18

Capitolul 3 – Asigurarea Calității Echipamentului

Eric P. Visser, PhD..... 26

Capitolul 4 – Best Practice în Achiziții

Sarah Allen, PhD..... 34

Concluzii – Având de-a face cu Best Practice - O provocare zilnică

Julie Martin..... 38

Cuvânt înainte

Sylviane Prévot

“Indiferent care ar fi valoarea echipamentului și a metodelor, eficiența depinde, în final, de personalul care le utilizează” ... Marie Curie

În domeniul medicinei nucleare, în permanentă dezvoltare, aspectele de best-practice actuale nu pot rămâne neschimbate pentru luni și ani înainte. Tehnologii de medicină nucleară trebuie să investească în mod constant resurse în educația medicală suplimentară pentru a oferi pacientului îngrijiri medicale de cea mai bună calitate. În timp ce este recunoscut că educația și practica variază mult de la o țară europeană la alta, aderarea la Protocoalele Europene pare a fi singura soluție pentru asigurarea compatibilității practicii medicale la nivel european.

Impactul strategiilor și al legislației asupra normelor de best-practice este prezentat în această broșură, a patra din seria “Technologist’s guide” redactate cu ajutorul Bristol-Myers Squibb Medical Imaging (BMS). Multe mulțumiri sunt datorate BMS, care a contribuit enorm în procesul de educare al tehnologiștilor de medicină nucleară din Europa de-a lungul anilor și deasemenea și celor implicați ca și colaboratori.

Confruntându-ne cu complexe schimbări impuse de legislația europeană în ultimii 10 ani, în departamentul de medicină nucleară a rămas spiritul unei provocări zilnice. Înainte de a se extinde publicului general și pacienților, scopul radiației era doar cercetarea științifică. O abordare atentă, a fixat mult mai multe restricții și limite pentru a asigura siguranța în practica medicinei nucleare. Controlul calității echipamentelor și a procedurilor ce implică expunerea medicală sunt necesare pentru asigurarea protecției pacientului. Radiația ionizantă trebuie tratată mai mult cu grijă, decât cu frică.

Cu această broșură, Comitetul pentru Tehnologiști al EANM oferă comunității tehnologiștilor o unealtă utilă și complexă care poate contribui la progresul activităților zilnice și, făcând asta, la optimizarea sistemelor naționale de radioprotecție din întreaga Europă.

Sylviane Prévot
Președinte Comitetul Tehnologiștilor al EANM

Introducere

Albert Cuocolo, MD

Dezvoltarea tehnologiei în domeniul imagisticii nucleare și al terapiei radionuclidice contribuie la creșterea cererii serviciilor de medicină nucleară în Europa. Această creștere a reîntărit rolul important pe care-l au tehnologiiștii de medicină nucleară; iar protocoalele best-practice au devenit cruciale pentru a oferi populației, servicii de calitate maximă. Este deasemenea foarte important ca aceste protocoale să fie dezvoltate și implementate la nivel european pentru a armoniza îngrijirea pacienților la nivelul țărilor europene.

Comitetul Tehnologiștilor al EANM a fost foarte activ și a reușit să promoveze înalte standarde ale activității zilnice a tehnologiștilor de medicină nucleară din țările europene și a asistat la dezvoltarea

calității sistemelor de educație și practică în domeniul medicinei nucleare. Comitetul a contribuit la mai multe inițiative ale EANM în educație; Subcomitetul pentru Educație a publicat o serie de ghiduri pentru tehnologiști. Brosura “Best Practice în Medicina Nucleară – Partea 2” acoperă subiecte importante cum ar fi: aspecte de best-practice în radioprotecție, asigurarea calității în achiziționarea și folosirea corectă a echipamentelor.

Această broșură servește nu numai ca model pentru îmbunătățirea calității practicii medicale, dar și ca sursă ce furnizează o metodă eficientă pentru obținerea de informații suplimentare.

Alberto Cuocolo, MD
Presedinte EANM

Capitolul 1 – Reglementări Europene

1.1 Radioprotecție

Sylviane Prévot

Efectul nociv al radiației ionizante a fost recunoscut la scurt timp după primele utilizări medicale. Prima recomandare în radioprotecție datează din 1920. Un grup internațional numit “The International X Ray and Radium Protection Committee” a fost format în anul 1928 în timpul celui de-al doilea Congres Internațional al Radiațiilor de la Stockholm cu scopul de a răspunde la creșterea dramatică a leucemiei din rândurile radiologilor. În anul 1950 acest comitet a fost redenumit “International Commission on Radiological Protection” (ICRP). Mai apoi s-au format și alte grupuri: International United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiations (UNSCEAR) (1955), International Agency of Energy Atomic (IAEA) (1956), European Community of Atomic Energy (ECAE / Euratom) (1957).

Organizații cheie

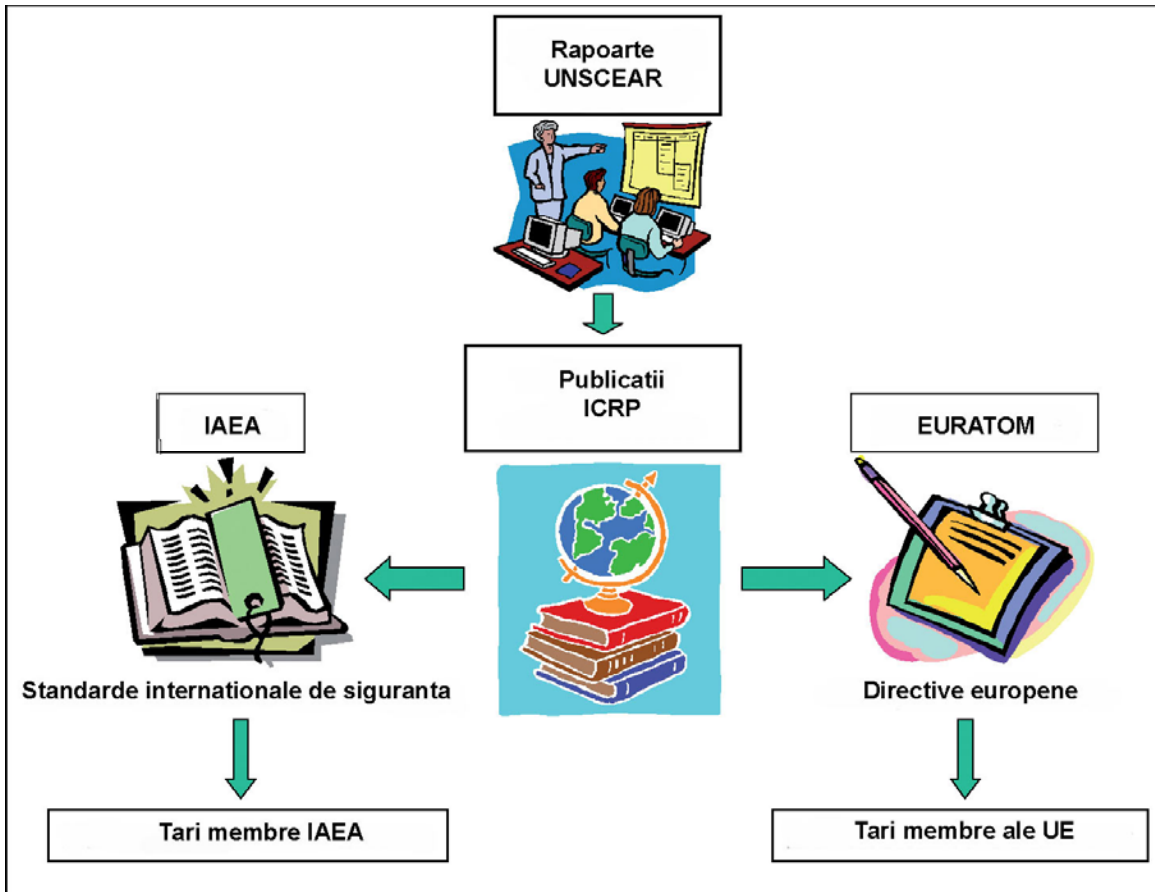
UNSCEAR este format din 21 de oameni de știință din diferite state membre. Rolul lor este de a stabili și raporta nivelele și efectele expunerii la radiația ionizantă.

ICRP este o organizație caritabilă formată din experți internaționali al căror scop este să găsească un standard optim de protecție a indivizilor. Recomandările făcute de ei sunt bazate pe datele științifice publicate de UNSCEAR. Rapoartele cu privire la radioprotecție sunt formulate ca publicații numerotate. ICRP

60 (1) publicat în anul 1960 formează baza legislației prezente. Un nou set de recomandări fundamentale referitoare la noi informații și curente biologice și fizice în stabilirea standadelor de iradiere a fost aprobat în Essen (Germania) în martie 2007. Ele vor înlocui ICRP 60.

În cadrul Organizației Națiunilor Unite, IAEA este o organizație independentă inter-guvernamentală cu caracter științific și tehnologic care promovează un nivel ridicat de siguranță în aplicarea tehnologiei nucleare și de asemenea de protecție a sănătății oamenilor și a mediului, împotriva radiațiilor ionizante. IAEA dezvoltă standarde bazate pe publicațiile ICRP. Ghidurile legate de radiațiile ionizante și siguranța surselor radioactive încearcă să impună standarde de radioprotecție la nivel internațional.

EURATOM transformă recomandările ICRP în directive țintind spre uniformizarea legislațiilor statelor membre ale UE. Contrar standardelor altor organizații, directivele EURATOM impun rezultate ce trebuie să fie obținute. Țările membre pot alege procedurile și modul în care sunt implementate pentru a obține aceste rezultate, în conformitate cu propria legislație. Obiectivele sunt să se asigure practicarea în siguranță a medicinei nucleare, protejând pacienții, populația, personalul de risc de iradiere.



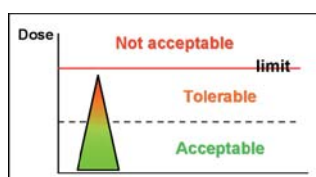
Principiile regulamentelor de radioprotecție

Deoarece orice doză este probabil să producă efecte somatice sau genetice, un sistem de radioprotecție trebuie să se bazeze pe trei principii:

- Justificarea în practică: beneficiile trebuie să fie mai mari decât daunele produse
- Optimizarea protecției: beneficiile trebuie crescute și pericolele diminuate, cât de mult posibil
- Limitarea dozelor: diferitele grupuri de persoane expuse (populație, personal, studenți, stagiați) trebuie luate în considerare pentru optimizarea radioprotecției evitând efectele deterministice și reducând frecvența efectelor stocastice la un nivel acceptabil (figura 1)

Figura 1: Principiul limitării dozelor de iradiere

Trei tipuri de expunere trebuie luate în considerare:



- **profesională:** la locul de muncă
- **medicală:** expunerea suferită de individ ca parte a procesului medical diagnostic sau de tratament și expunerea suferită de alte persoane, în cunoștință de cauză și cu acordul acestora, atunci când însoțesc sau ajută pacienți ce urmează proceduri diagnostice sau de tratament.

- **pentru populație:** cuprinde toate expunerile la radiații, exceptând iradierea medicală sau profesională.

Din anul 1980 conceptul ALARA – principiul optimizării radioprotecției acronim pentru “As Low As Reasonably Achievable” a făcut parte din European Basic Safety Standards. El a fost introdus progresiv în legile naționale. Expunerile individuale și colective trebuie păstrate cât mai scăzute cu putință, sub limitele regulamentului. Principiul ALARA se referă atât la expunerea profesională, cât și la expunerea pentru populație.

Principiul ALARA a fost reformulat în două directive europene amândouă având radacinile în ICRP 60 (1):

- Directiva 96/29 (13 mai 1996) (2) a EURATOM – expunând standarde de protecție a sănătății personalului și populației împotriva efectelor nocive ale radiației ionizante.
- Directiva 97/43 (30 iunie 1997) (3) a EURATOM – protecția sănătății indivizilor împotriva pericolelor radiației ionizante în relație cu expunerea medicală și abrogările directivei EURATOM 87/466.

Directiva 96/29 a EURATOM

Principii generale de radioprotecție în cazul expunerii profesionale și a populației

Multe cerințe, legate în principal de autorizarea practicilor care implică riscuri datorate radiațiilor ionizante și de transportul, deținerea și distribuția substanțelor radioactive trebuie luate în considerare de țările membre pentru a asigura cea mai bună protecție posibilă pentru populație. Un sistem de control

este necesar pentru a impune aplicarea legii.

În contextul optimizării protecției în ceea ce privește expunerea profesională, trebuie folosite restricții ale dozelor probabile ale expușilor atunci când se stabilesc noi premize.

Limitele dozei efective pentru expușii profesional, populație și fetus sunt mai coborâte decât în legile anterioare. Noua limită de doză pentru expunerea populației

nu include pacienții și persoanele care îi însoțesc, implicați în expunerea medicală.

Un expert calificat trebuie numit ca responsabil pentru radioprotecția personalului și populației.

Limitarea dozelor

Toate expunerile trebuie ținute atât de scăzute pe cât rezonabil posibil și suma dozelor de la toate practicile relevante nu trebuie să depășească limitele. Este de așteptat ca aceste limite să nu fie atinse (tabel 1)

Tabel 1 : Limite de doză

Limite	Expuși profesional Stagiari și studenți cu vârsta peste 18 ani	Stagiari și studenți cu vârsta între 16 și 18 ani	Populație Stagiari și studenți cu vârsta sub 16 ani
Doza efectivă	100 mSv în 5 ani consecutivi, maxim 50 mSv într-un an	6 mSv/an	1 mSv într-un an Media de 1 mSv în 5 ani consecutivi Fetus : 1 mSv pe parcursul sarcinii
Doza echivalentă Cristalin Piele Mâini, brațe, picioare, glezne	150 mSv/an 500 mSv/cm ² /an 500 mSv/an	50 mSv/an 150 mSv/cm ² /an 150 mSv/an	15 mSv într-un an 50 mSv într-un an/cm ²

Protecția specială în timpul sarcinii și alăptării

Studiile au aratat că fătul este sensibil la doze mari de radiații ionizante, în special în primele trei luni ale gestației (4). Controale adiționale trebuie implementate pentru a proteja de radiațiile ionizante femeile însărcinate din cadrul personalului.

De îndată ce o femeie însărcinată anunță angajatorul de condiția ei, protecția fătului trebuie să fie comparabilă cu cea a populației.

Politicile legate de îndatoririle ce pot fi atribuite femeilor însărcinate la locul de muncă variază între țările membre și câteodată în aceeași țară de la un departament de medicină nucleară la altul. Nu este riscant pentru femeia însărcinată să muncească în departamentul de medicină nucleară în condițiile în care se iau măsuri de evitare a accidentelor cauzate de dozele mari de radiații și atât timp cât fătul este ținut sub doza 1 mSv în timpul sarcinii.

De îndată ce mama care alăptează anunță angajatorul de condiția ei, ea nu trebuie implicată în practici care o expun contaminării radioactive.

Protecția operațională pentru expușii profesional, stagiari și studenți

Trebuie să se bazeze pe următoarele:

- În principal, evaluarea în vederea identificării naturii și amploarei riscului radiologic la expușii profesional și implementarea optimizării radioprotecției în toate condițiile de muncă.
- Clasificarea locurilor de muncă în diferite categorii
- Clasificarea personalului în două categorii
- Implementarea controlului și monitorizarea măsurătorilor în diferite zone și condiții de muncă, incluzând monitorizarea fiecărei persoane în parte, dacă este necesar
- Supravegherea medicală a personalului expus

Delimitarea zonelor și monitorizarea locului de muncă

Zonele controlate și supravegheate trebuie stabilite în cadrul supravegherii riscului de iradiere. Sigle indicând tipul zonei, natura surselor și riscul inerent de iradiere sunt necesare.

Scopul acestei clasificări este să asigure că oricine din afara zonei specificate nu

trebuie privit ca expus profesional ci trebuie privit ca membru din public. (tabel 2)

Tabel 2: Clasificarea și delimitarea zonelor

Limite anuale	Populație	Zona supravegheată	Zona controlată
Doza efectivă	1 mSv	6 mSv	20 mSv
Doza echivalentă	1/10 din limitele pentru cristalin, piele sau extremități	3/10 din limitele pentru cristalin, piele sau extremități	limitele pentru cristalin, piele sau extremități

O zonă controlată impune personalului să respecte proceduri și practici bine stabilite special îndreptate spre controlul expunerii la radiații. Accesul trebuie să fie în concordanță cu procedurile elaborate și restricționat, fiind permis numai celor care au primit instrucțiuni specifice. Oriunde ar fi un risc semnificativ de contaminare radioactivă sunt necesare măsuri specifice în cazul intrării sau ieșirii atât a bunurilor, cât și a personalului. Supravegherea radiologică a mediului de lucru trebuie implementată, incluzând, unde se pretează, măsuratori ale debitului de doză, ale fondului radioactiv, ale contaminării suprafețelor.

O zonă supravegheată este acea zonă în care condițiile de muncă sunt ținute sub supraveghere fără a fi necesare proceduri speciale.

Clasificarea personalului expus

În concordanță cu riscul, expușii profesional trebuie să fie clasificați în două categorii:

- Categoria A: personalul expus care este susceptibil să primească o doză efectivă mai mare de 6 mSv/an sau o doză echivalentă >3/10 din limitele dozei pentru pupilă, piele sau extremități.
- Categoria B: personalul expus care nu se află în categoria A.

Informare și training

Personalul expus, stagiarii și studenții trebuie să fie informați asupra riscului implicat prin munca lor. Femeile care lucrează în mediul cu radiații ionizante trebuie să fie informate despre necesitatea declarării din timp a unei sarcini și despre riscul contaminării copilului sugar în cazul contaminării radioactive a corpului .

Practica relevantă în domeniul radioprotecției trebuie să fie implementată pentru personalul expus, stagiari și studenți.

Evaluarea expunerii

Supravegherea radiologică a locului de muncă trebuie să fie organizată în zone controlate cuprinzând măsurători ale debitului de doză, ale fondului radioactiv, ale contaminării suprafețelor.

Monitorizarea individuală trebuie să fie sistematizată pentru personalul din categoria A. Monitorizarea personalului din categoria B trebuie să fie destul de eficientă pentru a putea demonstra că sunt corect clasificați. Monitorizarea individuală trebuie să fie asigurată pentru fiecare persoană în parte din categoria A. Înregistrările trebuie păstrate pe tot timpul perioadei lucrate și nu pentru mai puțin de 30 de ani de la terminarea prestațiilor de servicii din domeniul radioactiv .

Supravegherea medicală

Supravegherea medicală pentru personalul din categoria A intră în responsabilitatea unui serviciu medical de sănătate acreditat sau a unui serviciu de medicina muncii. Supravegherea medicală este necesară în principal în cazul unui loc de muncă sau a unei categorii de personal din grupa A. Starea sănătății personalului din categoria A trebuie evaluată cel puțin o dată pe an. Controlul medical se poate face ori de câte ori medicul consideră necesar.

Directiva 97/43 a EURATOM

Principii generale de radioprotecție a indivizilor în raport cu expunerea medicală
Limitările de doză nu se aplică în cazul procedurilor terapeutice, atâta timp cât beneficiul este mai mare decât riscurile. Expunerea în scop diagnostic nu este limitată, cu excepția cerinței ca examinarea să fie justificată.

Justificarea expunerii medicale asigură ca expunerea inutilă să fie evitată fie din cauza beneficiului prea mic al diagnosticului, fie din cauza tehnicilor alternative care au aceleași scopuri, dar care implică o mai mică expunere la radiația ionizantă. Expunerea medicală trebuie justificată pentru fiecare pacient în parte, înainte de a fi pusă în practică: dacă expunerea nu poate fi justificată trebuie interzisă.

Cercetarea clinică este parte integrantă din Medicina Nucleară. O atenție specială trebuie acordată justificării expunerii fără un direct beneficiu adus sănătății voluntarilor expuși.

Optimizarea expunerii medicale (exceptând procedurile terapeutice) asigură ca dozele să fie ținute la un nivel cât mai scăzut, în timp ce eficiența este aceeași în obținerea informațiilor

diagnostice necesare și ținând cont de factorii economici și sociali.

Procesul optimizării cuprinde

- Selectarea echipamentului
- Asigurarea calității procedurilor, incluzând asigurarea calității echipamentului
- Utilizarea nivelelor de referință pentru diagnostic (expunerea și activitatea administrată maxime recomandate)
- Necesitatea informării voluntarilor ce participă la trialurile clinice asupra riscurilor de contaminare radioactivă și stabilirea unor restricții de doze când nu se urmărește un beneficiu medical direct.
- Evaluarea individuală și evaluarea dozelor administrate pacienților (activitatea administrată)
- Necesitatea de a furniza pacienților ce urmează proceduri terapeutice sau diagnostice cu radionuclizi, de instrucțiuni scrise asupra procedurilor ce trebuie urmate pentru a minimiza dozele de iradiere pentru persoanele însoțitoare.
- Necesitatea folosirii limitărilor de doză pentru reducerea expunerii aparținătorilor.
- Protocoale scrise pentru fiecare procedură standard de diagnosticare și pentru fiecare piesă de echipament.
- Proceduri scrise pentru ca pacienții să fie corect identificați.
- Proceduri scrise pentru ca starea de sarcină să fie determinată, astfel încât persoanele însărcinate să

nu fie iradiate în necunoștință de cauză.

- Atenție specială la măsurarea controlului calității și supravegherea activității administrate la copii.
- Necesitatea de a avea un expert în fizica medicală implicat în activitatea diagnostică și terapeutică.
- Necesitatea auditului clinic al tuturor expunerilor medicale în concordanță cu procedurile naționale.
- Necesitatea revizuirii practicilor în lumina unor noi dovezi legate de eficacitate.
- Educația și trainingul medicilor și tehnologiștilor trebuie actualizată

Protecții speciale în timpul sarcinii și alăptării

Riscurile iradierii fătului în timpul sarcinii sunt legate de stadiul sarcinii și de doza absorbită. Riscurile iradierii sunt mai semnificative în timpul formării organelor fătului și în prima perioadă de dezvoltare a fătului, mai puțin în al doilea trimestru și mult mai puțin în al treilea trimestru.

Informarea despre posibilitatea unei sarcini trebuie obținută de la pacientă. O perioadă în care menstruația nu a venit regulat trebuie considerată ca o posibilitate de sarcină până la demonstrarea contrariului (4). În cazul unei femei la vârsta procreerii, medicul care trimite pacienta precum și specialistul de medicină nucleară trebuie să întrebe dacă este însărcinată sau alăptează. Dacă sarcina nu poate fi exclusă, atenție specială trebuie acordată justificării examinării și optimizării activității

administrare, astfel încât să fie luată în considerare expunerea presupusei mame și fătului. Aceasta este valabil și în cazul femeilor care alăptează, situație în care atenția trebuie acordată tipului de examinare și expunere a mamei și copilului.

Expunerea probabilă

Totii pașii rezonabili de a reduce probabilitatea contaminării accidentale a pacienților trebuie parcurși. Protecția muncii, protocoale scrise și programe pentru asigurarea calității sunt particularități ale realizării acestui scop.

Bibliografie

1. ICRP Publication 60. Vol. 21 n° 1-3. Pergamon Press
2. Council Directive 96/29 Euratom (OJ n° L159, 06/29/96)
3. Council Directive 97/43 Euratom (OJ n° L180, 07/09/97)
4. ICRP Publication 84 – Pregnancy and Medical Radiation. Pergamon Press

Capitolul 1 – Reglementări Europene

1.2 Ce sunt Asigurarea Calității și Controlul Calității și de ce avem nevoie de acestea?

Ellinor Busemann Sokole, PhD

Generalități

Asigurarea calității și controlul calității au devenit o parte integrantă a limbajului nostru. Ce înseamnă și cum se înrudesc ele cu serviciul de medicină nucleară în care suntem implicați, în particular cu echipamentele pe care le folosim?

Calitate (derivând din cuvântul latin QUALIS) înseamnă “descriere, atribuire sau proprietate”. *Asigurare* (derivând din cuvântul latin *ad securus* care se transformă în *se cura*) înseamnă “fără grijă, fără anxietate sau fără a-ti face griji”. *Asigurare* invocă un sentiment de siguranță și tinde spre urmatorul înțeles “a trece prin” sau “a fi interesat pentru”. De aceea *asigurarea calității* înseamnă că noi caracterizăm și descriem atributele (calitate) și nivelul de performanță pe care vrem să-l atingem, despre care suntem preocupați și obținerea și menținerea căruia o dorim (asigurare). În departamentul de medicină nucleară obținerea, menținerea și îmbunătățirea asigurării calității înseamnă aplicarea ei la nivelul întregului departament, inclusiv în organizare, comunicare, dotări, personal, radiofarmaceutice, echipament, protocoale, evaluare și urmărirea rezultatelor. Asigurarea calității nu trebuie considerată un proces static ci un efort continuu de îmbunătățire.

Controlul calității, cunoscut și ca evaluarea calității, face parte din asigurarea calității, ceea ce înseamnă că atunci când atributele și nivelul performanței au fost definite, trebuie să verificăm performanța, să măsurăm și evaluăm că performanța dorită este menținută. Pentru echipament, aceasta se aplică nu numai pentru performanța acestuia, dar și pentru utilizarea optimă din punct de vedere clinic.

Istoria asigurării calității și controlul calității aplicat echipamentului

Asigurarea calității și controlul calității se aplică pentru toate echipamentele utilizate în departamentul de medicină nucleară pentru radioprotecție, pentru prepararea radiofarmaceuticelor, pentru imagistica și arhivarea datelor clinice, și pentru administrarea radiofarmaceuticelor. Aceasta include dozimetre, calibratoare de doze, sonde pentru măsurare uptake-ului și sonde folosite pentru investigarea ganglionului sentinelă, toate echipamentele nonimagistice cum ar fi triggerele EKG, calculatoarele, imprimantele și alte echipamente utilizate în zona de radiofarmacie sau zona caldă a departamentului. Cea mai însemnată dezvoltare în controlul calității de-a lungul timpului a fost în echipamentul imagistic: pentru camerele de scintilație planare, whole body sau SPECT, pentru echipamentele PET sau mai nou SPECT-CT sau PET-CT.

La început, evaluarea controlului calității la camera de scintilație era limitată la obținerea unor imagini și compararea lor (de exemplu uniformitatea și rezoluția spațială), și făcând evaluarea subiectiv vizual și luând decizia asupra acceptabilității. Aceste metode nu erau standardizate. La începutul anilor '80 organizațiile NEMA (National Electrical Manufacturers' Association) și IEC (International Electrical Commission) au definit un set de parametri care descriu variatele aspecte ale formării imaginii la camera de scintilație. Au dezvoltat deasemenea protocoale de măsurare care să cuantifice acești parametri. Astfel, folosind aceste protocoale standardizate de măsurare, fiecare producător de camere de scintilație poate oferi un set de specificații ale gamma-camerei măsurate pe același criteriu și prin aceeași metodă. Aceasta a permis, pentru prima dată,

compararea performanței camerelor de la diferiți producători (de ex. parametri precum uniformitate, rezoluție spațială, rezoluție energetică). Aceste proto-coale s-au dezvoltat de-a lungul anilor, și sunt acum disponibile pentru camerele de scintilație (planare, whole body, SPECT), pentru tomografele cu emisie de pozitroni (PET) și pentru diferitele sonde. Producătorii de echipamente, de obicei utilizează protocoalele NEMA.

Este ușor de văzut că aplicând aceleași metode, sau metode comparabile, ca cele date de NEMA (sau IEC), putem obține rezultate cantitative ale controlului calității pentru diferiți parametri care pot fi comparate cu specificațiile date de producător. Rezultatele acestor teste de control al calității oferă date obiective care pot fi comparate cu pragurile de acceptanță, pentru a putea stabili dacă sunt sau nu acceptabile. Testele de control al calității pot fi folosite pentru evaluări seriate și, efectuate într-un mod standardizat, pentru monitorizarea performanței de-a lungul perioadei de folosire a echipamentului. De aceea, au fost dezvoltate diferite etape ale controlului calității: teste de acceptanță (după instalarea unui echipament), teste periodice (anual sau semestrial și după reparații importante) sau de câte ori echipamentul este folosit.

Pentru mulți ani, testele de control al calității erau efectuate după placul și responsabilitatea fiecărui departament de medicină nucleară în parte. Totuși, directiva Consiliului European 97/43 din 1997, care a fost implementată în fiecare țară europeană în 2000, în mod specific stabilește că pentru orice echipament “programe specifice de asigurare a calității, incluzând controlul calității” trebuie efectuate, și de aceea “trebuie efectuate teste de acceptanță înainte de prima utilizare a unui echipament în scopuri

clinice, și mai departe teste de calitate efectuate regulat și după proceduri majore de mentenanță” Controlul calității, astfel nu mai este o responsabilitate personală, ci devine o impunere legală.

Teste de acceptanță

Când obținem un echipament nou în departament, trebuie să învățăm cum funcționează și să-l testăm dacă funcționează corect înainte de a-l folosi în scopuri clinice. Acest prim pas se numește test de acceptanță. Aceasta înseamnă nu numai că funcționează în concordanță cu specificațiile producătorului, dar deasemenea funcționează în mod satisfăcător pentru aplicațiile clinice în a căror scop a fost achiziționat.

Primul contact cu echipamentul care a fost achiziționat și instalat are loc în momentul în care se fac testele de acceptanță. Se poate spune ca este începerea unei “relații” cu echipamentul cu care sperăm că vom lucra pentru mulți ani. Din acest motiv testelor de acceptanță trebuie să li se acorde timp suficient și să nu fie făcute în grabă. Este important să înțelegem scopul fiecărui test în parte și cât este de important pentru performanța echipamentului. Rezultatul testelor de acceptanță formează baza celorlalte teste care vor fi făcute, motiv pentru care trebuie să fie cât mai cuprinzătoare și arhivate cu grijă. Este indicat ca în această etapă să se facă o fișă a fiecărei piese a echipamentului, fie în formă electronică fie în formă scrisă, pentru a evita problemele care pot apărea pe viitor și pentru a se găsi soluții în cazul în care acestea apar.

Testele necesită surse radioactive, protocoale și metode standard și software. Testele de acceptanță nu sunt ușoare mai ales atunci când avem de-a face cu echipamente achiziționate de la producători noi, echipamente noi sau

metode imagistice noi. Noi recomandăm ca tehnologistul să lucreze cu un fizician experimentat care cunoaște și înțelege tipul și componența echipamentului, computerul și protocoalele standard de control al calității. Testele de acceptanță pot fi făcute și în prezența altor specialiști, dar o evaluare independentă a rezultatelor trebuie făcută. Orice rezultate neclare ale controlului calității trebuie puse sub semnul întrebării și repetate. Pentru că echipamentul are o perioadă de garanție acesta este momentul în care trebuie să ne asigurăm că părțile componente funcționează precum a fost specificat și la calitate maximă.

De multe ori testele de acceptanță făcute pentru simplul motiv de a verifica echipamentul nu sunt suficiente pentru a asigura buna lui funcționare în scopuri medicale. Spre exemplu, pentru camera de scintilație protocoalele NEMA NU1 sunt suficiente pentru a acoperi toate aspectele performanței camerei. Un exemplu specific este testarea colimatorului. Colimatorul este o componentă mecanică importantă în formarea imaginii. Defectele colimatorului pot cauza artefacte ale imaginii obținute .

Colimatorul este o placă de plumb având un număr mare de perforații (canale cilindrice) separate prin septuri subțiri care trebuie să fie exact aliniate, perpendicular pe întreaga suprafață a cristalului . Această aliniere a fantelor poate fi supusă erorilor în timpul fabricării. Mai mult, structura colimatorului poate fi ușor distrusă în timpul folosirii, motiv pentru care colimatorul trebuie supus unor teste suplimentare pe lângă cele descrise de NEMA NU1.

De-a lungul anilor, multe documente conținând protocoale de control al calității pentru diferite echipamente de medicină nucleară au fost publicate, iar unele țări au

propriile protocoale standardizate de control al calității. Oricum, acestea sunt de obicei protocoale generale. Pentru asigurarea calității în întreg departamentul, sunt necesare teste standardizate specifice de control al calității (conținând detalii despre metode, activitatea ce trebuie folosită, mod de interpretare, praguri, etc.) pentru fiecare echipament. În acest fel, aceleași metode pot fi aplicate în întreg departamentul, și rezultatele pot fi comparate, indiferent de cine efectuează sau cine evaluează testul.

Agenția Internațională de Energie Atomică (IAEA) a produs documente tehnice de control al calitatii echipamentelor. Acestea sunt o bună sursă de informații și includ raționamentul testelor, fantomul care trebuie folosit, pașii care trebuie urmați și criteriile de evaluare. Luarea deciziei în ceea ce privește acceptabilitatea rezultatelor testelor este în special dificilă pentru echipamentul imagistic. Pentru camera de scintilație, Atlasul de Control al Calității pentru Camerele de Scintilație al IAEA este util în evaluarea calității; iar imaginile din atlas sunt exemple care pot da o privire de ansamblu asupra tipurilor de teste de control al calității ce trebuie să fie efectuate. Aceste imagini se pot descărca gratuit din versiunea Atlasului pe care o găsim la http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1141_web.pdf

Testele de rutină

Odată ce echipamentul a fost acceptat pentru utilizare, este necesar a fi făcut un test de rutină. Prioritatea testelor de rutină ar trebui să fie la fel de mare ca cea a studiilor clinice .Acestea trebuie programate, rezultatele îndată evaluate, iar dacă rezultatele sunt inacceptabile sau dubioase trebuie luate de îndată măsuri. Scopul testului de rutină este de a asigura ca nivelul calității să fie menținut.

Teste periodice ale controlului calității

Testele periodice de control al calității reprezintă o parte din testul inițial de acceptanță. Acestea sunt făcute pentru a verifica performanța parametrilor care nu sunt periodic evaluați. Acestea sunt necesare pentru a confirma funcționalitatea satisfăcătoare a echipamentului, după o înlocuire a unui component, după o procedură de mentenanță majoră, când o defecțiune este suspectată sau când echipamentul a fost mutat în alt loc. Testele periodice trebuie repetate anual (sau semestrial) ca teste de reacceptare.

Asigurarea calității studiilor clinice

În cele din urmă echipamentul se întrebuințează pentru studii clinice. Asigurarea calității înseamnă folosirea echipamentului în mod corect utilizând tehnicile standard și metodele compatibile în studii clinice. Pentru imagistică, aceasta include poziționarea corectă a pacientului, achiziția și procesarea imaginilor pentru fiecare pacient în parte.

Concluzii

Aplicând controlul calității pentru a garanta performanța optimă a echipamentului și folosindu-l într-un mod temeinic și optim, am reușit să contribuim la asigurarea calității în general. Fiecare persoană contribuie la acest proces. Numai prin întreaga asigurare a calității pacientul poate fi liniștit știind că va avea cea mai bună îngrijire și că cele mai bune proceduri și tratamente de medicină nucleară sunt la dispoziția lui sau a ei.

Inspirat din:

Council of the European Union Directive 1997/43/EURATOM.

documente IEC
www.iec.ch

IEC/TR 61948 series 1-4:

Nuclear medicine instrumentation –
Routine tests - Part 1: Radiation counting
systems (2001)

Nuclear medicine instrumentation –
Routine tests - Part 2: Scintillation
cameras and single photon emission
computed tomography imaging (2001)

Nuclear medicine instrumentation –
Routine tests - Part 3: Positron emission
tomographs (2005)

Nuclear medicine instrumentation –
Routine tests - Part 4: Radionuclide
calibrators (2006)

IEC60789 - Medical electrical equip-ment
– Characteristics and test con-ditions of
radionuclide imaging devices - Anger type
gamma cameras (2005)

IEC 61675-2 - Radionuclide imaging
devices - Characteristics and test
conditions – Part 2: Single photon emi-
sion computed tomographs Con-
solidated Edition 1.1 (2005)

IEC 61675-3 Radionuclide imaging
devices - Characteristics and test
conditions - Part 3: Gamma camera based
whole body imaging systems, Ed1 (1998)

documente NEMA

<http://www.nema.org/stds/>


NEMA NU1 Performance measure-ment
of scintillation cameras (1984, 2001)

NEMA NU2 Performance measure-ment
of Positron Emission Tomographs (2001)

NEMA NU3 Performance Measure-ments
and Quality Control Guidelines for Non-
Imaging Intraoperative Gamma Probes

documente IAEA

[http://www-pub.iaea.org/MTCD/
publications/publications.asp](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/publications.asp)



Quality Control Atlas for Scintillation Camera Systems, ISBN 92-0-101303-5, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2003. Downloadable from http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1141_web.pdf

Quality control of nuclear medicine instruments. Technical document 602 (TECDOC), Vienna, 1991 (includes probes, and dose calibrators) <http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/tecdocs.asp>

IAEA tecdoc 606 (in revision, update to be printed 2008)

IAEA – TECDOC For PET andPET/CT (to be printed 2007)

Capitolul 2 – Best Practice în Radioprotecție

Felicia Zito, PhD; Cristina Canzi, PhD & Franco Voltini, PhD

Utilizarea surselor radioactive deschise implică un risc pentru sănătatea tehnologiștilor datorat expunerii interne sau externe la radiații ionizante. Comisiile internaționale și naționale de radioprotecție recomandă restricții ale dozelor individuale, utilizarea cărora fiind strict reglementată de legile naționale pe baza acestor recomandări.

Riscurile depind de proprietățile fizice și chimice ale radionuclidului utilizat și de tipul operațiunii efectuate; sunt proporționale cu cantitatea de activitate manipulată, de timpul de contact cu sursa radioactivă, de timpul petrecut în zona unde surse radioactive sunt permanent prezente. Când sursele radioactive sunt administrate pacienților, riscurile depind de asemenea de volumul de muncă, de biodistribuția și timpul biologic de înjumătățire ale radiofarmaceuticului la nivelul organismului pacientului. Un bun nivel de siguranță pentru personal poate fi atins prin organizarea corectă a departamentului ținând cont de riscuri. Publicația 57 a Comisiei Internaționale de Radioprotecție (ICRP) oferă criteriile după care se poate determina categoria de risc (Tabel 1) pentru a putea stabili și clasifica zonele în funcție de risc. Criteriile sunt bazate pe calcule obținute prin înmulțirea activității maxime ce poate fi prezentă în orice moment în zonă cu factorul de greutate pentru radionuclidul respectiv și pentru manopera în care este utilizat.

Odată ce categoria de risc este stabilită, măsuri adecvate sunt necesare pentru a optimiza radioprotecția.

Tabel 1. Categoriile de risc

Activitatea măsurată	Categorie
< 50 MBq	Risc scăzut
50 – 50000 MBq	Risc mediu
> 50000 MBq	Risc ridicat

Riscul iradierii externe

Situațiile care duc la un risc mare de iradiere sunt:

- manipularea surselor deschise pentru pregătirea dozelor și administrarea lor;
- iradierea de la pacienții care efectuează examinări și cărora li se acordă îngrijiri.

Pentru a cuantifica riscul de iradiere externă, în următoarele tabele sunt prezentate debitele de doză pentru unele surse deschise în contact cu seringă și la 1 m de un flacon de sticlă de 10 ml, și de asemenea, utilizarea “in vivo” sau “in vitro”. Riscuri mai mari apar în cazul manipulării activităților mari pentru “diagnostic și terapie” decât în cazul testelor “in vitro”.

MANA



Tabel 2. Expunerea externă pentru activitatea de 1 MBq la contact

Radionuclid	$\mu\text{Sv/h}$ la contact cu o seringă de 5 ml	$\mu\text{Sv/h}$ la contact cu un flacon de sticlă de 10 ml	Utilizare
^3H	< 1	0	In vitro
^{14}C	< 1	0	In vitro
^{32}P	23900	5.4E-3	In vitro/Terapie
^{35}S	<1	0	In vitro
^{125}I	620	1.4E-2	In vitro
^{18}F	2880	1.6E-1	Diagnostic
^{67}Ga	402	2.5E-2	Diagnostic
^{111}In	1220	7.2E-2	Diagnostic
$^{99\text{m}}\text{Tc}$	354	2.2E-2	Diagnostic
^{123}I	605	3.4E-2	Diagnostic
^{89}Sr	16400	1.8E-2	Terapie
^{90}Y	43500	7.1E-2	Terapie
^{131}I	1130	6.3E-2	Terapie
^{153}Sm	241	1.5E-2	Terapie

Tabel 3. Debitul de doză medii la 1m de pacient după administrarea de radiofarmaceutice

Examinare	Radionuclid	Activitatea administrată (MBq)	$\mu\text{Sv/h}$ la 1m
Scintigrafie osoasă/Perfuzie miocardică	$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -DP/MIBI	740	5
Tumori neuroendocrine	^{111}In -Octreoscan	111	2
Oncologie	^{67}Ga -Citrat	111	4
Neuroreceptori	^{123}I -Datscan	111	2
Oncologie	^{18}F -FDG	370	55
Terapie în cancer tiroidian	^{131}I (NaI)	7400	200
LNH–imunoterapie	^{90}Y -Zevalin	900	1

Riscul iradierii interne

Riscul ingestiei de substanțe radioactive apare atunci când se manipulează soluții, deși acesta este scăzut. Principalele căi prin care radionuclizii pot fi ingerați sunt:

- mâini contaminate;
- contaminarea pielii;
- răni accidentale în cursul manipulării;
- înțepături accidentale în timpul pregătirii dozelor în seringi și administrarea lor;
- inhalarea radionuclizilor evaporați în aer în timpul manipulării;
- inhalarea gazelor radioactive utilizate pentru examinarea pacienților.

Cu excepția soluțiilor de iod radioactiv, majoritatea substanțelor folosite în medicina nucleară sunt non-volatile; cu toate acestea manipularea acestora sub o hotă cu paravane protectoare este recomandată pentru a scădea și mai mult acest risc. Capsulele cu iod radioactiv au o volatilitate mult mai mică decât iodul sub formă de soluție, fiind recomandată folosirea acestora în scopuri terapeutice.

Politici pentru radioprotecție

Radioprotecția țintește spre prevenirea apariției efectelor deterministice și limitarea probabilității apariției celor stocastice. Sistemul de limitare a dozei de iradiere impune cerința ca iradierea să respecte principiul ALARA ținând cont de factorii economici și sociali, iar limitele prevăzute în regulamente să fie respectate.

Iradierea externă

Pentru evitarea riscului de iradiere externă există trei principii esențiale: timpul, distanța și ecrane de protecție, împreună cu procedurile optime și legile departamentului de medicină nucleară în care sunt aplicate.

Timpul: Doza acumulată prin iradierea externă este direct proporțională cu durata de timp petrecută cu sau în apropierea sursei. Caracteristic, cea mai mare expunere la iradiere în departamentul de medicină nucleară este în timpul preparării radiofarmaceuticelor și în cazul coordonării pacienților radioactivi. În ambele situații experiența este crucială: pregătirea practică a tehnologiștilor în diferite proceduri ar trebui să împiedice expunerea la iradierea inutilă.

Distanța: una din cele mai eficiente și frecvente strategii folosite în radioprotecție este creșterea distanței față de sursă. Când dimensiunea sursei este mică comparativ cu distanța, intensitatea câmpului de iradiere descrește invers proporțional cu pătratul distanței. În ceea ce privește doza de iradiere la mâini se poate obține o micșorare mare folosindu-se clește și forceps la manipularea surselor deschise sau a fiolelor. Încăperile ar trebui să fie mari permițând ca zonele supravegheate să fie cât mai departe posibil de pacienții radioactivi. Expunerea potențială la diferite distanțe față de sursele radioactive X/ γ poate fi calculată prin intermediul constantei debitului de doză Γ . Așa cum se observă în tabelul 4, constanta debitului de doză Γ exprimată în $\text{mSv}\cdot\text{cm}^2/\text{MBq}\cdot\text{h}$ este specifică pentru fiecare radionuclid și este o funcție a schemei de dezintegrare. Informația ar trebui utilizată în proiectarea zonelor de imagistică.

TABELUL 4. Energia radiației emise (E_{\max} pentru beta), constanta de debit Γ și HVL în Pb pentru unii radionuclizi

Radio-nuclid	Principalele emisii [keV]	[mSv*cm ² /MBq*h]	HVL în Pb[mm]
¹⁸ F	$E_{\beta^+}=634(97\%), E_{\gamma}=511(194\%)$	1,6E+00	4,0
⁶⁷ Ga	$E_{\gamma}=93(39\%), 185(21\%)$	3,0E-01	1,4
^{99m} Tc	$E_{\gamma}=140(89\%)$	3,2E-01	0,3
¹¹¹ In	$E_{\gamma}=171(90\%), 245(94\%)$	1,3E+00	0,7
¹²³ I	$E_{\gamma}=27(71\%), 159(83\%)$	7,3E-01	0,4
¹³¹ I	$E_{\beta^-}=606(90\%), E_{\gamma}=365(82\%)$	7,6E-01	3,0

Ecrane de protecție: Iradierea este de obicei redusă prin protejarea surselor radioactive prin materiale adecvate. Alegerea materialelor de protecție depinde de tipul de energie al radiației. Câmpurile de radiații externe de la radionuclizii utilizați în medicina nucleară constau în special din radiația γ pentru care materialele cu numărul atomic Z mare, ca de exemplu plumbul, sunt foarte eficiente pentru atenuare maximă. Radiațiile β sunt protejate cel mai bine de materialele cu număr atomic Z scăzut pentru a minimaliza producția de raze X Bremsstrahlung care pot pătrunde mult mai puternic decât particulele β . Când se desfășoară activități care produc multe radiații β , de exemplu în scopuri radioterapeutice, este de preferat a se folosi o protecție mixtă de plumb în exteriorul unui material plastic. Pentru radiațiile γ , eficacitatea de protecție a unui anumit material este exprimată de grosimea de înjumătățire (HVL – half-value-layer) care arată grosimea materialului necesar pentru a reduce intensitatea radiațiilor de la o anumită sursă, la jumătate. Pentru radiațiile gamma cu energie mare cum ar fi emitenții de pozitroni (de ex. ¹⁸F), debitul de doză trebuie să fie semnificativ redus prin combinarea distanței și protecției, deoarece numai protecția nu e la fel de eficientă ca și în cazul razelor gamma cu

energie joasă.

Manipularea radiofarmaceuticelor trebuie făcută în incinte protejate “hot cells” (hote) pentru a evita expunerea corpului. Utilizatorul trebuie întotdeauna să protejeze seringile și flacoanele pentru a minimaliza contactul direct cu sursa radioactivă și a limita expunerea mâinilor.

În general, trebuie respectate următoarele reguli de radioprotecție:

- Crearea unui departament de medicina nucleară cu dimensiuni, poziționare și protejarea camerelor de lucru în concordanță cu sursele folosite, cu procedurile linice și cu volumul de lucru. Trebuie creat în astfel încât în zonele de vecinătate, să fie asigurată o expunere similară cu fondul radioactiv.
- Proiectarea tuturor spațiilor pentru limitarea iradierii (suprafețe și pardosele decontaminabile și impermeabile, hote ventilate și a zonelor cu surse, ventilare forțată și presiune negativă în laborator).
- Educarea personalului de a utiliza procedurile corecte, evitarea șederii în jurul surselor radioactive sau a pacienților iradiați mai mult decât este necesar pentru realizarea examinării și

a îngrijirilor necesare.

Iradierea internă

Cele mai mici cantități de radioactivitate în corp pot produce doze mari de iradiere, depinzând de conduita fizică și biologică a radiofarmaceuticului. Cele mai riscante sunt:

- Radionuclizii care emit electroni energetici în locul celor care emit fotoni
- Substanțele radioactive care au un timp de înjumătățire mai lung decât cele care au o viață mai scurtă;
- Radiofarmaceuticele care sunt reținute în corp mai mult timp decât cele care se elimină mai repede
- Substanțele radioactive care se concentrează în/sau aproape de țesutul radiosensibil (ex. măduva osoasă) decât cele care se concentrează mai puțin în țesutul radiosensibil sau acele care se distribuie în mod uniform în corp.

Echipamentul folosit

Dozimetria individuală

Dozimetria personalizată evaluează expunerile individuale ale personalului la iradierea ionizantă și verifică dacă limitele de doză individuale sunt respectate. Diferite dispozitive pot fi întrebuințate ca dozimetre personale. Factorii care influențează alegerea dozimetrelor sunt:

- răspunsul: independența de energie, geometria iradierii sau condițiile de mediu;
- capacitatea de a distinge dozele diferitelor tipuri de particule (β, γ)
- sensibilitatea și capacitatea de măsurare a diferitelor nivele de expunere

Mai mult, dozimetrul ar trebui în mod ideal să fie mic, cu greutate mică, robust, ușor de folosit, ieftin și lizibil cu o memorie permanentă a dozelor înregistrate. Nici un dozimetru disponibil astăzi nu satisface toate cerințele de mai sus.

Filmul dozimetric: este cea mai răspândită formă de măsurare a dozei personale. Materialul radiosensibil este o bucată de film radiologic ambalat într-un plic de plastic rezistent la lumină, având în partea de sus o serie de filtre metalice pentru radiații. Avantajele lui sunt capacitatea de a face deosebire între fotoni și particulele beta, domeniul larg al dozelor fotonice și particulelor beta, capacitatea de diferențiere a energiilor mari, medii și joase ale fotonilor cu un cost minim, cu greutate și dimensiune mică. Acestea compensează dezavantajele metodei, care sunt efectele mediului ambiant (de ex. căldura) și timpul prelungit necesar citirii rezultatelor.

Dozimetru termoluminescent (TLD): pentru acest tip de dozimetru, materialul radiosensibil este o mică piesă de cristal anorganic, caracterizat prin migrarea electronilor de valență la stratul superior cu o energie mai mare, prin excitarea lor prin absorbția energiei, sub acțiunea radiației ionizante. Electronii care migrează sunt prinși într-un stadiu metastabil, lăsând loc liber pe stratul energetic respectiv. Cu cât iradierea receptată de TLD este mai mare cu atât mai multe locuri libere sunt generate. Citirea TLD-ului nu este imediată și necesită încălzirea cristalelor la temperaturi de 300-400 grade Celsius pentru a putea permite electronilor metastabili reintrarea pe banda conductoare, umplând locurile libere rămase cu o emisie constantă de energie fonică. Pentru colectarea acestor fotoni luminoși, un tub fotomultiplicator (PMT) este pus în camera de încălzire, iar

curentul detectat este proporțional cu intensitatea luminoasă, deci cu doza absorbită. După ce au fost încălzite la temperaturi ridicate timp de 24 de ore, cristalele sunt refolosite. Materialul cel mai des folosit la TLD-uri este fluorura de litiu (LiF): eficacitatea numărului atomic este asemănător cu cel al țesutului moale, în consecință este potrivit pentru decelarea dozelor absorbite ale radiațiilor X și a radiațiilor γ , cu spectru larg energetic. Avantajele principale ale LiF sunt: spectrul larg și cuprinzător al dozelor (0.1-1000 Gy), materialul Z echivalent cu cel al țesutului, dimensiunile foarte mici, greutatea mică și întrebuințarea ușoară. De obicei pentru expunerea extremităților (mâini) se folosește un inel de LiF pentru monitorizare. Prețul ridicat pentru citirea rezultatelor, pierderea informațiilor după citire și susceptibilitatea la căldură și umiditate a mediului de lucru, sunt principalele dezavantaje.

Dozimetrele personale electronice: tuburi Geiger-Muller (G-M) sau diode de siliciu solid se întrebuințează pentru detectarea de radiații. Chiar dacă ele sunt mai mari și mai grele decât o peliculă de film, ele monitorizează în timp real și cumulat doza, ceea ce reprezintă un avantaj major. Modele disponibile care folosesc diode solide sunt de încredere și sensibile la energia ale radiațiilor X și a radiațiilor γ , de la 50 KeV la 6 MeV, menținând o linearitate bună de la 10 μ Sv la 10 Sv. Aceste caracteristici împreună cu posibilitatea de a configura alarmele vizuale și acustice la doze prestabilite, fac acest tip de dozimetre corespunzătoare pentru cei care lucrează în medicina nucleară. Costurile mari și înregistrarea nepermanentă a dozei măsurate pot fi principalele lor dezavantaje.

Bioprobele

Probele de excreții, de obicei urina, sunt folosite pentru testarea cantităților de

material radioactiv din corpurile celor care lucrează în acest domeniu. În ramurile înrudite cu medicina nucleară, personalul susceptibil la contaminare internă, ca de exemplu tehnologiiștii care manipulează cantități mari de radioactivitate, pot fi verificați.

Metodele dezvoltate pentru evaluarea dozei efective prin activitatea măsurată pe o probă biologică, necesită cunoașterea biodistribuției și cineticii compușilor radioactivi, precum și modelarea unei activități minime detectabile cunoscută.

Instrumente de control a iradierii și proceduri de supraveghere

Controlul iradierii este făcut pentru evaluarea iradierii externe a câmpurilor și verificarea contaminării instrumentelor și a personalului. Inspecțiile constau în menținerea la un nivel cât mai scăzut de iradiere, arătând când acțiunile de corectare trebuie luate astfel încât să se limiteze supraexpunerile. Instrumentele uzuale folosite la detectarea și măsurarea iradierii externe sunt camerele portabile de ionizare și monitoarele Geiger-Muller (G-M).

Camera portabila de ionizare (IC): aceasta constă într-o camera umplută cu aer care conține doi electrozi, o baterie sau o sursă de alimentare și un electrometru sensibil pentru a măsura curentul dintre cei doi electrozi, generat de ionizare. Pentru razele X și γ , cu cât este mai mare curentul, cu atât e mai mare și expunerea iradiantă. Pentru a deosebi fotonii X cu energie scăzută de iradierea γ , majoritatea camerelor de ionizare au capsule de plastic/metal care trebuie puse peste fereastra subțire de acces. Avantajele camerelor de ionizare sunt acuratețea măsurătorilor efectuate pentru determinarea iradierii și abilitatea de a

corecta influența factorilor mediului ambient. Dezavantaje sunt timpul de răspuns scăzut și sensibilitatea scăzută.

Monitorele G-M : acest instrument este compus dintr-un cilindru de metal subțire, cu un filament montat în centrul cilindrului .

Detectorul este umplut cu un gaz nobil (neon, argon) și o cantitate mică de halogen, ca de exemplu clor pentru echilibrare. Funcționează ca o cameră de ionizare, dar cu un potențial mai mare de diferențiere între anod (filamentul central) și catod (carapacea) pentru a furniza energie cinetică suficientă electronilor creați care sunt răspunzători pentru ionizarea adițională . Efectul de cascadă permite colectarea unei cantități mari de curent pentru un singur eveniment și astfel sensibilitate înaltă, într-o serie dinamică scurtă. Efectul multiplicării are și unele efecte negative și anume timpul de răspuns scăzut la expuneri mari și incapacitatea de a distinge tipurile iradierii.

Pentru a deosebi componentele razelor β și γ o placă de metal sau plastic este folosită pentru a acoperi o porțiune din tubul G-M. Instrumentele de masurare G-M, calibrate pentru a indica debitul de doză, prezintă un răspuns neliniar la energia radiațiilor γ ; în consecință, un factor de calibrare determinat pentru energia mare de radiații (600 KeV) poate supraestima fotonii de energie joasă în domeniul 40-100KeV, de 5 ori.

Printre avantajele monitoarelor G-M sunt costul lor scăzut, greutatea mică, robustețea și sensibilitatea lor înaltă pentru razele β și γ făcându-le în special potrivite pentru contaminarea radioactivă

locală. Dependența răspunsului de energia radiațiilor γ , timpul de latență al răspunsului, insensibilitatea la fotonii cu energie mai joasă de 30 keV reprezintă dezavantajele principale.

Merită menționat că frecvența calibrării instrumentelor de control portabile trebuie să se realizeze cel puțin o dată la doi ani . Testarea bateriilor și verificarea lor cu o sursă etalon, trebuie să fie executată periodic, ca un control al calității.

Testele de curățare

Când este necesar pentru a măsura activitățile suprafețelor contaminate, măsurătorile testului de curățare trebuie făcute ca metodă de inspectare indirectă . Mai mult, testele de curățare pot verifica dacă procesul de contaminare se poate înlătura. Filtre din fibră de sticlă sau materiale asemănătoare sunt de obicei folosite pentru curățarea suprafețelor și măsurate cu sistemul de înregistrare calibrat (numărătorul de particule NaI gamma pentru γ și un numărător beta pentru contaminările β emițătoare). Dacă o combinație de γ sau β care emit radioizotopi este folosită în laborator, atunci un numărător gamma, urmat de beta ar trebui introdus în procesul de monitorizare. Pentru fiecare radionuclid folosit, testele de curățare permit ca măsurătoarea suprafeței contaminate să fie calculată în Bq/cm² după ce sunt utilizați factorii de calibrare corespunzători. Factorul de calibrare este o funcție a eficienței instrumentului pentru determinarea radionuclidului specific, a suprafeței de curățat, a duratei înregistrării și a factorului de îndepărtare (testele de curățare au o eficiență doar de 10%) . Frecvența cu care testele de curățare sunt efectuate depinde de cantitatea de material radioactiv manipulat

și de tipurile de manipulare; dar el ar trebui să fie executat cel puțin o dată pe lună .

Probe de aer

Proba de aer este folosită pentru verificarea și compararea riscului de contaminare a celor expuși iradierii atât extern cât și intern prin inhalarea aerului contaminat. Există două metode diferite de măsurare a aerului prin intermediul pompelor. Activitatea în volumele cunoscute de aer este determinată fie în interiorul unui măsurător calibrat geometric Marinelli sau prin intermediul filtrelor. Pentru primul, factorii calibrării pentru fiecare radionuclid sunt setați și după aceea mostrele sunt măsurate în Bq/cm³ din aer. Pentru al doilea tip, filtrele sunt măsurate cu un instrument de măsurare și sunt indirect evaluate prin metoda testelor de curățare după ce s-au determinat factorii calibrării .

Aspecte de radioprotecție în practica zilnică

Toate practicile cu surse radioactive trebuie să fie clasificate în zone “ controlate și supravegheate” ; și numai un personal antrenat și calificat să fie autorizat a lucra cu sursele radioactive. Succesul unui sistem bun de protecție împotriva iradierii depinde în mod deosebit de modul în care angajații respectă procedurile de siguranță . Următoarele reguli de bază ar trebui să fie îndeplinite când se lucrează cu substanțe radioactive:

- Hainele de laborator, pantofii și îmbrăcămintea de protecție trebuie folosită înainte de a intra în aria controlată ;
- Dozimetrele personale trebuie să fie folosite de angajați ;

- Mănușile impermeabile trebuie folosite și schimbate în timpul utilizărilor diferite ;
- Măinile trebuie spălate după îndepărtarea mănușilor ;
- Sursele radioactive trebuie manipulate în locuri specifice, etichetate cu semnele de avertizare radioactivă și închise în containere protectoare corespunzătoare ;
- Este interzis mâncatul , băutul sau fumatul în zonele de lucru;
- Pipetarea este interzisă cu gura;
- Suprafețele de lucru trebuie să fie pe cât de curat posibil , hârtia absorbantă, folosită să acopere suprafețele, ar trebui schimbată periodic în caz de contaminare ;
- Protecții pentru seringi și fiole trebuie folosite întotdeauna la transferul produselor radiofarmaceutice în camera de administrare a pacienților;
- Administrarea gazelor radioactive trebuie făcută într-o încăpăre cu schimbări de aer frecvent și presiune negativă; în timpul administrării gazelor, operatorul trebuie să poarte o mască , pentru a proteja gura și nasul; haine de laborator protectoare și mănuși;
- remanșonarea acelor trebuie descurajată din cauza riscurilor biologice și radiologice ;
- Containere protectoare, diferențiate pentru radionuclizi cu timpul de viață scurt sau lung, trebuie folosite obligatoriu;
- La sfârșitul activității , mâinile, hainele

de laborator și încălță-mintea trebuie să fie verificate de contaminare înainte de părăsirea zonei .

Bibliografie:

1. ICRP Publication 57. Vol. 20 n° 3-1989. Radiological protection of the worker in medicine and dentistry. Pergamon Press

Capitolul 3 – Asigurarea Calității Echipamentului

Eric P. Visser, PhD

Introducere

Controlul calității (QC) este important pentru determinarea integrității echipamentului de medicină nucleară folosit în rutina medicală sau în studiile de cercetare. Pentru aceste echipamente sunt necesare standarde înalte, în special cu privire la analiza calitativă și cantitativă a imaginii, precum și pentru măsurătorile de volum în terapie și dozimetrie. Deși departamentele de medicină nucleară pot avea contracte de servicii cu furnizorii de echipamente pentru întreținerea periodică și calibrare, câteva proceduri ale controlului calității ar trebui să fie efectuate în mod obișnuit de către tehnologiiști sau fizicienii din departamentul de medicină nucleară.

Selectarea testelor

În general furnizorii de echipamente pentru medicina nucleară au disponibile multe protocoale pentru evaluarea echipamentelor atunci când este nevoie. Multe din aceste protocoale sunt complexe, ocupă mult timp și deseori necesită echipamente - test speciale. Pentru a garanta funcționarea adecvată de zi cu zi a echipamentului pot fi folosite teste mai puține și mai simple.

Programul de control al calității nu poate înlocui niciodată atenția operatorului. În utilizarea normală, câteva din problemele echipamentului ce pot surveni sunt imediat evidente. În aceste cazuri, investigația este repetată neafectând diagnosticul pacientului. Oricum, programul de control al calității țintește spre identificarea acelor schimbări ce se petrec foarte încet, astfel încât nu pot fi detectate în utilizarea zilnică.

În momentul setării unui program de control al calității trebuie avute în vedere următoarele:

- Programul de control al calității trebuie să furnizeze rezultate de test concrete. Aceste rezultate ar trebui să fie comparate cu o valoare predefinită, de obicei valoarea obținută în timpul testelor în vederea stabilirii acceptanței echipamentului.
- valoare prag ar trebui să fie definită și deasemenea și protocolul pentru măsurile ce trebuie luate în cazul în care această valoare este depășită.
- Costurile și beneficiile programului de control al calității trebuie să fie în balanță. Exemple de costuri sunt: timpul în care echipamentul nu este folosit, costurile personalului, costurile nejustificate cu activitatea sursei și iradierea personalului. Gradul de beneficiu este legat de șansa, în cazul producerii unei degradări, de a o detecta de către test și astfel consecințele degradării (de exemplu un diagnostic greșit) poate fi preîntâmpinate.

Frecvența testelor

Alegând teste ale căror frecvență este fixată poate rezulta, fie un număr prea mic de teste efectuate, cu o probabilitate ridicată ca echipamentul să nu permită întotdeauna utilizarea acestuia în condiții optime, fie prea multe teste executate astfel încât echipamentul să nu fie disponibil pacientului pe o perioadă mai lungă de timp. În consecință, frecvențele testelor ar trebui să fie adaptate la performanța echipamentului și la condițiile de utilizare. Desigur raportul cost-beneficiu al testului trebuie să fie luat în considerare. Totuși, teste ale echipamentului ar trebui făcute întotdeauna după prima instalare (pentru a

obține valori de referință pentru toți parametrii de test), precum și după upgradarea și reinstalarea hardware sau softwareului, precum și după repararea problemelor apărute. În alte cazuri, testele ar trebui executate cu o frecvență care să fie adaptată la condițiile fiecărei piese a echipamentului. Aceasta va duce în general la frecvența de test optimă. Ca o regulă de bază, ar trebui să se înceapă cu o frecvență relativ crescută, care mai apoi să fie înjumătățită în cazul în care nu apar erori în urma a patru teste consecutive. Dacă apare brusc o deviație neașteptată frecvența de test ar trebui să fie din nou crescută. Totuși, o anumită minimă frecvență ar trebui să fie folosită; în general aceasta coincide cu frecvența de întreținere (prevenție) a echipamentului.

Nivelele de acțiune

Întrucât procedurile testelor și specificațiile echipamentului sunt în general descrise într-un mod foarte precis (ex. în metodele de test NEMA), acestea nu influențează nivelul de acțiune al pragului de sensibilitate. În general, nu este posibil să definim valorile absolute pentru nivelele de acțiune de la “primul principiu”. În schimb, nivelele de acțiune sunt determinate de experiență, ținând cont de aspectul cost-beneficiu. Cu o alegere corespunzătoare a nivelului de acțiune, degradările nu ar trebui să ajungă la niciun stadiu unde să fie detectate în imaginile clinice, dar, pe de altă parte, echipamentul nu trebuie să fie scos din folosință pentru reajustări, calibrări, etc. pentru o perioadă de timp prea lungă.

Echipamentul ce trebuie testat

Tipul de echipament care se află în fiecare departament de medicină nucleară va varia în funcție de situația locală. Totuși, în general, următoarele tipuri de echipamente sunt prezente în majoritatea departamentelor:

- Gamma camere
- Scanner PET și/sau PET/CT
- Calibrator de doze
- Surse pentru calibrare și controlul calității
- Sonde precum cele de tiroidă și cele chirurgicale
- Monitoare de radiații
 - Dozimetre
 - Contaminometre
 - Dozimetre personale
- Detectori semiconductori
- Contor gamma

Gamma camerele

Un test care ar trebui executat cu o frecvență relativ ridicată este testul intrinsec (fără colimator), de omogenitate (uniformitate). O frecvență de o dată pe săptămână sau o dată la două săptămâni este corespunzătoare acestor cerințe. Acest test furnizează o indicație simplă și rapidă despre performanța gamma camerei. Proasta funcționare a unuia sau a mai multor tuburi fotomultiplicatoare este imediat vizibilă și privind în direcția rezultatelor secvențiale, o posibilă eroare de la valoarea optimă este cu ușurință detectată. Uniformitatea intrinsecă a detectorului poate fi măsurată folosind o sursă punctiformă localizată la o distanță mare față de detector pentru a furniza un flux uniform de fotoni paraleli.

Omogenitatea sistemului (detector cu colimator) ar trebui măsurată regulat, o dată pe lună. Uniformitatea sistemului de imagini permite identificarea oricărui

defect al colimatorului. Depinzând de tipul de scanare executată, colimatorul trebuie schimbat frecvent, astfel sporind riscul erorii mecanice la septuri, care ar putea fi neobservată din exterior. Uniformitatea sistemului poate fi măsurată prin fixarea unei surse punctiforme (ex. Co-57) pe colimator.

Alte teste ar trebui efectuate folosind o frecvență adaptabilă. Ar trebui observat că anumite teste se suprapun cu altele în informația specifică prevăzută. În consecință, utilizatorul hotărăște ce teste va folosi.

Măsurarea fără sursă

Prin măsurarea fără sursă, care este o măsurătoare fără nimic în câmpul vizual al detectorului, se verifică o posibilă contaminare radioactivă a detectorului sau a patului pacientului. Din moment ce întotdeauna există un anumit grad al radiației de fond, care diferă de la o zonă la alta, nu este posibil să se stabilească o valoare inițială absolută. Totuși, pentru verificarea contaminării, ar trebui comparate rezultatele măsurătorii cu cele anterioare. Dacă se înregistrează o creștere de 20% trebuie luate măsuri în vederea verificării și îndepărtării sursei.

Ecrane de protecție

Detectoarele ar trebui să fie protejate în față, în spate și în părțile laterale pentru a minimaliza radiația de fond și radiația emisă de la alți pacienți sau de la părți ale pacientului examinat aflate în afara câmpurilor. Ecranele pot fi verificate prin poziționarea unei surse radioactive lângă capul detectorului și prin înregistrarea deviației de la măsurătoarea fără sursă. O configurație de măsurătoare tipică folosește o sursă cu activitatea de 5 MBq la o distanță de 50 cm față de detector. Când activitatea măsurată diferă semnificativ de la măsurătoarea fără sursă, ecranul de protecție ar trebui să fie

verificat de defecte și de prezență unor artefacte între colimator și capul detectorului. Acest test ar trebui să fie executat în timpul testării acceptabilității gamma camerei și când există probleme evidente.

Dead time, performanța camerei

Pentru nivele de activitate foarte ridicate, gamma camera nu va înregistra toate impulsurile datorită așa-numitului dead time. Conform cu specificațiile NEMA, ritmul impulsului ar trebui să fie înregistrat în momentul unei pierderi de 20% față de ritmul așteptat. Acest lucru poate fi făcut prin măsurarea și înregistrarea impulsurilor unei surse puternice de Tc-99m, fie pe durata mai multor cicluri de dezintegrare, fie prin atenuare succesivă prin folosirea unui set de plăci de cupru. Primul test este foarte lung, de aproximativ 2 zile (NEMA), iar celălalt test este foarte laborios. O alternativă mai rapidă este dată de testul "celor 2 surse" în care două surse a unei activități corespunzătoare sunt măsurate separat, iar mai apoi împreună. De la aceste trei măsurători poate fi calculat dead time-ul. Fiecare măsurătoare caracteristică durează doar două minute. Dead-time-ul înregistrat trebuie comparat cu valorile anterioare.

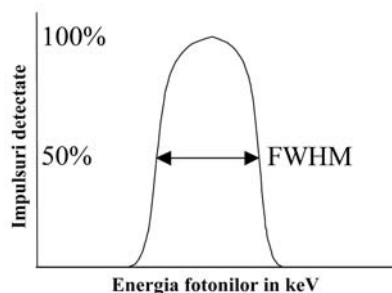
Mărimea imaginii/dimensiunea pixel-ului

Dimensiunea pixelului este importantă în fuziunile de imagine, corecția de atenuare, și în determinarea câmpului de iradiere în radioterapie. Cel mai ușor și mai confortabil mod de măsurare a dimensiunii pixelului este prin plasarea a două sau mai multe surse punctiforme la distanțe cunoscute față de FOV (field of view) al detectorului și împărțind aceste distanțe la numărul de pixeli dintre sursele din imagine. Acest test ar trebui să fie executat folosind numai colimatoarele paralele, deoarece la colimatoarele

pinhole, dimensiunea pixelului este dependentă de distanța dintre colimator și pacient.

Rezoluția energetică

O rezoluție energetică bună este importantă pentru a face deosebirea între radiația neîmprăștiată de la pacient și radiația împrăștiată în colimator sau pacient. Cele mai multe gamma camere permit întregului spectru de energie să fie afișat. Lățimea la jumătatea maximului (FWHM) spectrului ar trebui să fie măsurată.



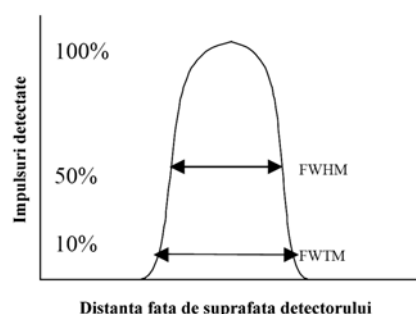
Sensibilitatea

Sensibilitatea gamma camerei este exprimată prin numărul de înregistrări a impulsurilor pe secundă, divizate la activitate (de ex. în cps/MBq). Sensibilitatea este un parametru important din moment ce o sensibilitate joasă produce o imagine cu parazitări “zgomot” mai multe. Sensibilitatea este măsurată prin plasarea unei surse cu activitate cunoscută în FOV al camerei și înregistrarea ratei impulsurilor. Sursa specificată de NEMA este un fantom cilindric cu diametrul de 200 mm umplut cu lichid. În practică, când sensibilitatea absolută nu trebuie cunoscută, ci doar constanța trebuie testată, măsuratoarea de sensibilitate poate să fie combinată cu determinarea uniformității sistemului.

Rezoluția spațială

Rezoluția spațială determină claritatea imaginii; determină detaliile care pot să fie

deslușite într-o imagine. O expresie cantitativă este dată de lățimea imaginii unei surse liniare, exprimate ca FWHM și FWTM.



Liniaritatea

Linearitatea determină la ce distanță obiectele drepte sunt redată în imagine ca obiecte drepte. Rezoluția spațială și linearitatea sistemului poate fi măsurată prin imaginea unei surse liniare, de exemplu a unui singur tub capilar umplut cu substanță radioactivă. Rezoluția spațială intrinsecă și linearitatea pot fi măsurate prin folosirea unui fantom de plumb cu mai multe fante (fantom PLES) care este luminat de o puternică sursă punctiformă plasată la o distanță considerabilă de fantele respective.

Teste de corp întreg

Deoarece datorită mișcării de translației a patului până la obținerea imaginii de corp întreg pot apărea erori, câțiva din parametrii de mai sus trebuie să fie măsurați în regimul de lucru de corp întreg. Deasemenea deschiderea și închiderea ferestrei electronice la începerea și terminarea unei scănări de corp întreg trebuie verificată. Testele necesare sunt: uniformitatea de corp întreg, dimensiunea de imagine de corp întreg sau mărimea pixelului și rezoluția spațială de corp întreg.

Teste SPECT

Câteva teste în legătură cu imagistica SPECT trebuie să fie executate. Aceste teste sunt legate de definirea centrului de rotație și a orbitelor necirculare. În majoritatea cazurilor, producătorul de echipament furnizează protocoalele de software și fantomul pentru aceste teste.

Scanere PET și PET/CT

Odată ce de la un scanner PET obținem informații cantitative despre distribuția radiofarmaceuticelor, aceasta fiind concentrația activității la nivelul unui organ sau volum care ne interesează, ar trebui acordată atenție factorilor ce pot afecta cuantificarea corectă a acestei concentrații. Pe de altă parte, deoarece detectorii scannerului PET sunt ficși, unele teste cum ar fi cele legate de mișcarea detectorilor, cum ar fi testele pentru corp întreg sau cum ar fi testele de centru de rotație în cazul SPECT-ului, nu sunt necesare.

Înainte ca orice test de calitate să fie făcut, un scanner PET va trebui să fie "bine reglat", ceea ce înseamnă că următoarele acțiuni ar trebui urmate:

- Setări hardware: optimizarea electronicii scannerului, cum ar fi înregistrarea de poziție pe care o fac multiplicatorii, câștigul de tensiune pe folomultiplicatori, alinierea temporală a detectorului, etc.
- Crearea unui scan de referință: acesta ar trebui comparat cu testele de calibrare zilnice;
- Calibrare: înregistrările concentrației de activitate ar trebui calibrate, pe lângă calibrările dozelor;

- Pentru scanerul PET/CT suprapunerea PET și CT ar trebui optimizată;
- Ar trebui urmate procedurile uzuale de calibrare/testare în radiodiagnostic, pentru CT.

După ce un scanner a fost corect setat, procedura normală de evaluare a calității constă în principal în:

Verificarea zilnică

Verificarea zilnică este inima controlului calității la un scanner PET. Aceasta implică scanarea unui fantom standard, de obicei un cilindru radioactiv cu o distribuție uniformă a activității. În cazul scannerelor care conțin surse pentru corecția atenuării, acestea pot fi folosite pentru calibrarea zilnică, și protocolul poate rula complet automat. Rezultatul calibrării zilnice este comparat cu scan-ul de referință făcut imediat după setarea scannerului. Majoritatea protocoalelor de calibrare fac o comparație detector-cu-detector, astfel încât, orice abatere a vreunui detector ce ar duce la o imagine mai puțin uniformă este detectată. Uneori, o abatere generală a detectorilor ce duce la o determinare inadecvată a concentrației activității este înregistrată, ceea ce necesită o nouă calibrare a scannerului (vezi mai jos). Rezultatele verificării zilnice pot fi folosite pentru a decide când este necesară o nouă setare a scannerului și când este necesară o reglare sau calibrare. În general producătorul scannerului va da și valori ale pragurilor în funcție de care să se decidă acțiunea corectă.

Calibrări și calibrări încrucișate

Pentru măsurători cantitative, așa cum ar fi pentru SUV (standard uptake values) sau alte modelări farmacocinetice, scanerul PET ar trebui calibrat pentru a oferi valori corecte ale concentrației

activității (Bq/ml). Se poate calibra scannerul folosind un fantom cu o activitate cunoscută, de exemplu un cilindru de ^{68}Ge , sau se poate calibra încrucișat, cu calibratorul de doze în care radiofarmaceuticele PET sunt calibrate. În ultima metodă, este folosit un fantom umplut cu apă, în care este introdusă o anumită activitate măsurată cu calibratorul de doze. Primă metodă este mai rapidă și mai ușoară, dar pe de altă parte, a doua permite unele devieri ale calibratorului de doze, fără să afecteze rezultatele cantitative PET.

Uniformitate, sensibilitate și rezoluție spațială

Uniformitate, sensibilitate și rezoluția spațială pot fi măsurate folosind protocoale standard (NEMA NU 2-2001). Acești parametri trebuie să fie mășurați în cadrul testelor de acceptanță sau după orice up-gradare importantă de hardware sau software. Ei fiind foarte stabili atâta vreme cât rezultatele verificărilor zilnice nu depășesc valorile de prag. De aceea, măsurătorile de rutină ale acestor parametri, cu o frecvență fixă sau nu, nu sunt necesare.

Calibratoare de doză

Pentru medicina nucleară, atât în terapie cât și în diagnostic, în special când sunt importante rezultate cantitative sau comparații cu scanări anterioare, obținerea de doze precise și reproductibilitatea lor sunt cruciale. De aceea în cazul calibratoarelor de doze sunt impuse standarde precise de calitate. Parametrii de măsurare fără sursă, stabilitate, acuratețe, linearitate ar trebui mășurați în cadrul programului de control al calității.

- Pentru fiecare calibrator, măsurarea măsurării fără sursă și verificarea stabilității ar trebui efectuate zilnic. Aceste două teste ar trebui efectuate

înainte ca prima probă de radiofarmaceutic să fie măsurată. O măsurare fără sursă corectă, garantează că nu există o contaminare cu substanțe radioactive a calibratorului.

- Măsurarea stabilității calibratorului poate fi efectuată măsurând aceeași sursă radioactivă (de ex. ^{137}Cs care este preferat, datorită timpului mare de înjumătățire de 30 ani) în fiecare zi, indicând rapid o eventuală problemă.
- Acuratețea ar trebui măsurată la nevoie, utilizând surse calibrate preferabil pe scale de energii joase, medii și mari (de ex. ^{57}Co la 122 keV, ^{133}Ba la 356 keV și ^{137}Cs la 662 keV).
- Linearitatea ar trebui să fie măsurată la nevoie și ar trebui să acopere întreaga bandă de activități utilizate, de la dozele mari terapeutice, până la cele mici în scop diagnostic. Cea mai ușoară modalitate ar fi să se înceapă cu o probă de $^{99\text{m}}\text{Tc}$, și să se lase să se dezintegreze câțiva timpi de înjumătățire. Un exemplu tipic ar fi folosirea unei probe de $^{99\text{m}}\text{Tc}$ de 2 GBq, lăsat să se dezintegreze pe parcursul a 5 timpi de înjumătățire (30h). Până la 30 MBq. Efectuând 3 sau 4 măsurători zilnice, se realizează curba de dezintegrare, care va fi comparată cu curba de dezintegrare teoretică.

Sonde

Detectorii non-imagistici cum ar fi sondele pentru tiroidă, sondele chirurgicale sunt de asemenea folosite în departamentele de medicină nucleară. Deși cea mai mare atenție se acordă echipamentului imagistic, mai puțin folositorilor sonde non-imagistice le-ar trebui efectuate măsurători fără sursă, sensibilitatea, stabilitatea, linearitatea, colimarea, FOV, rezoluția

energetică. Atâta vreme cât aceste sonde sunt manipulate, folosite în diferite locații, trebuie acordată atenție deosebită acumulatorilor, cablurilor, defecțiunilor capului detector, etc. Atunci când sunt folosite sporadic, teste de control al calității sunt recomandate înainte de fiecare utilizare.

Dozimetre

Orice departament de medicină nucleară are nevoie de dozimetre, contamino-metre și dozimetre personale.

- Dozimetrele trebuie verificate de obicei o dată pe an. Aceasta poate fi făcută ușor prin folosirea unei surse punctiforme cu activitate cunoscută (de ex. 100 MBq) la o distanță stabilită (de ex. 0,5m). Valoarea indicată pentru debitul de doză ar trebui să fie comparată cu debitul de doză calculat pentru doza respectivă.
- Contaminometrele pot fi folosite pentru detectarea contaminării sau pentru măsurări cantitative. În primul caz, măsurarea periodică a unei surse punctiforme la o distanță stabilită poate fi efectuată. În al doilea caz, este necesară o procedură mai elaborată pentru a verifica dacă valoarea contaminării maxim admise (4 Bq/cm^2) este corect detectată. Testul poate fi efectuat prin "contaminarea" uniformă a unei bucăți de hârtie de filtru de 10 cm^2 folosind picături de ^{99m}Tc de o concentrație radioactivă cunoscută.
- Dozimetrele personale trebuie să fie verificate anual. Aceasta poate fi efectuată prin amplasarea unei surse de activitate cunoscută (de ex. 500 MBq) la o distanță stabilită (de ex. 50 cm) și verificarea valorii în raport cu valoarea teoretică.

Detectoare semiconductoare

Detectoarele semiconductoare sunt folosite pentru a determina puritatea radionuclidică a radiofarmaceuticelor și a surselor de calibrare. Aceste detectoare sunt utilizate pentru analize cantitative ale traserilor în diferite probe (sânge, excreții, apă menajeră, etc.). Majoritatea detectoarelor utilizate folosesc cristale de germaniu, de aceea se numesc detectoare cu germaniu. Parametrii care sunt importanți de testat (de obicei o dată pe an) sunt calibrarea energetică, rezoluția energetică, sensibilitatea. În intervalul de 50 keV – 2 MeV, relația dintre energie și numărul canalelor este liniară. De aceea folosirea a două fotopeak-uri care să acopere intervalul vor fi suficiente. Sub 50 keV, relația este exponențială, deci vor fi necesare cel puțin trei energii. Una ar putea fi, de exemplu razele X emise de ^{137}Cs . Rezoluția energetică poate fi măsurată prin înregistrarea FWHM al fotopeak-ului câtorva radionuclizi în scala energetică a instrumentului, de exemplu ^{57}Co , ^{60}Co și ^{137}Cs . Sensibilitatea poate fi măsurată folosind o sursă de putere cunoscută cu fotoni de diferite energii, de ex. ^{152}Eu . Această sursă ar trebui plasată în același loc în raport cu detectorul ca proba de investigat.

Numărătoare gamma

Într-un numărator gamma, un număr de câteva probe poate fi măsurat. Parametrii care ne interesează la controlul calității sunt măsurarea activității zero, colimarea și sensibilitatea. Verificarea capacității de măsurare a activității zero se face adăugând o probă goală la seria măsurată. Colimarea poate fi verificată măsurând o probă goală înconjurate de 2 probe cu activitate mare în față, și două în spate. Numărul de impulsuri măsurate la o probă goală nu ar trebui să fie mai mare decât valoare obținută la măsurarea activității zero. Sensibilitatea ar trebui

verificată de câteva ori pe an. Poate fi ușor efectuată prin măsurarea unei surse cu activitate cunoscută într-un volum egal cu volumul de obicei măsurat. Sensibilitatea în cps/Bq ar trebui comparată cu valorile precedente.

Arhivarea datelor

Arhivele de date electronice sigure și ușor accesibile sunt vitale în menținerea Asigurării Calității.

Bibliografie:

Pot fi găsite exemple în IAEA Quality Control Atlas for Scintillation Camera System, ISBN 92-0-101 303-5, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2003.

Poate fi downloadat de pe

http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1141_web.pdf

Capitolul 4 – Best Practice în Achiziții

Sarah Allen, PhD

Pentru majoritatea dintre noi, cumpărarea unei gamma camere este cea mai mare achiziție din întreaga noastră carieră. Ne implicăm într-o astfel de situație odată sau de două ori într-un deceniu; și când o facem, suntem adesea nesiguri cu privire la legalitățile pe care trebuie să le respectăm și cu privire la pașii ce trebuie luați pentru a asigura cea mai bună alegere.

Decizia asupra necesităților

Echipamentele noi sunt achiziționate datorită unor nevoi speciale. Acestea ar putea fi o gamma cameră care nu mai prezintă siguranță, creșterea cererii achiziționării unei gamma camere dual-head sau furnizarea unui nou serviciu în cadrul spitalului. Înainte de achiziționare, este important de gândit totul ca un întreg. Se poate îmbunătăți modul de lucru, modificând unele aspecte în departament? Evaluând secția, se pot schimba prioritățile, ceea ce poate duce la o altă soluție vis-a-vis de gamma cameră și în ultimă instanță la îmbunătățirea activității în departament.

S-ar putea să fie nevoie de o notă de fundamentare, ceea ce necesită așternerea pe hârtie și specificarea costurilor financiare și beneficiile aduse de echipamentul ce intenționați a-l achiziționa. Această documentație va ajuta la garantarea fondurilor pentru proiect. Trebuie, de asemenea luate în considerare costurile pentru lucrările de construcție necesare pentru noul echipament. Costurile sunt mari dacă doriți să achiziționați un hibrid SPECT/CT unde CT-ul are nevoie de măsuri de radioprotecție care vor fi costisitoare.

Ca procedură de achiziționare, va lua câteva luni, fiind important de stabilit când echipamentul trebuie să fie funcțional și care sunt termenele pentru cheltuirea banilor. Toți pașii urmați trebuie să fie în

concordanță cu aceste termene. Este bine de luat sfaturi de la un expert în achiziții pentru a vă ajuta în acest complex proces. Ceva ce dvs. poate faceți o dată sau de două la zece ani, un astfel de specialist din instituția din care faceți parte, face, poate, acest lucru o dată sau de două ori într-o lună. De aceea este important să găsiți o astfel de persoană și s-o implicați în proces.

Alegerea celui mai bun echipament pentru scopul dorit

De când există UE, achizițiile de echipament sunt reglementate de directive UE. Aceasta este pentru a asigura că alegerea este făcută obiectiv și că banii publici sunt folosiți optimal. Principalele aspecte care stau la baza achizițiilor publice sunt "egalitatea" și "transparența". Directiva în ceea ce privește Sectorul Public (2004/18/EC) aduce împreună trei directive precedente din domeniul achizițiilor publice (întreținere și servicii) și reglementează achizițiile peste 150.000 euro. Reglementările cu privire la livrarea de echipament impun oferte publice pentru contracte ce depășesc această valoare pentru a fi menționat în Suplimentul Jurnalului Oficial al uniunii Europene (OJS) și publicat pe un website pentru a fi accesibil în toată Uniunea Europeană. Website-ul

<http://ted.publications.eu.int>

/official/ afișează ofertele curente, permițând tuturor producătorilor să acceseze informațiile.

Directiva dă opțiuni pentru procesul de ofertare. Puteți alege între o ofertare "deschisă" sau "restricționată". Marea diferență între ele este că, în cazul unei oferte restricționate, puteți tria ofertanții înainte de a emite documentele de ofertare. În oferta deschisă, toate aspectele vor fi emise odată cu detaliile de ofertare. Ce mai bună alegere pe piața de

comercializare a gamma camerelor este oferta restricționată.

Va fi nevoie să întocmiți un “sumar de cerințe” pentru OJS: această declarație stabilește cerințele de bază pentru achiziție și permite companiilor să-și exprime interesul. Odată ce anunțul este plasat, ar fi bine să vorbiți cu posibili furnizori. Cerințele trebuie discutate, asigurându-vă că toate aspectele au fost revizuite.

În acest stadiu de pre-ofertare ar trebui să evaluați paleta de produse de pe piață. Companiile își expun noile modele la conferințe. Acesta este un bun punct de pornire în evaluarea a ce este disponibil. Este recomandat să mergeți în departamente care au același volum de muncă și aceleași dotări cu departamentul dvs. pentru a vă asigura că noul echipament va întâmpina nevoile departamentului dvs. Înainte de a merge, faceți o listă cu aspectele esențiale. Întrebați personalul de la toate nivelele care sunt prioritățile vis-a-vis de funcționalitatea sistemului. Rețineți scopul pentru care a fost cumpărată gamma camera. Într-un departament cu o singură gamma cameră, asigurați-vă că aceasta poate satisface toate nevoile departamentului dvs. Poate examina pacienți pe pat, dar copii, ce se întâmplă cu pacienții claustrofobi, cum se schimbă colimatoarele, se va potrivi în încăperea? Pentru echipamentul ce provine de la o companie cu care nu ați avut de-a face până acum, veți dori să știți cât de rezistent este (citat ca “durata de utilizare”) și, când apar probleme, cine asigură mentenanța? De aceea, acordați timp în timpul vizitei dvs. pentru a întreba toate aceste aspecte legate de utilizarea gamma camerei, de reabilitarea și serviciul acesteia. Folosiți-vă de cunoștințele și experiența lor și întrebați-i dacă puteți să-i contactați cu întrebări ulterioare; cereți-le adresa lor de email. Toate informațiile se

vor dovedi a fi inestimabile când va veni momentul de a lua o decizie.

După aceste discuții și vizite preliminare, cererea finală de ofertă va fi trimisă către furnizori. Aceasta vă va da ocazia de a pune numeroase întrebări despre multe aspecte ale performanțelor gamma camerei. Sunt câteva avantaje în cazul folosirii unei cereri de oferte standard. Aceasta oferă cerințe detaliate și standardizate; ar trebui să reducă munca necesară furnizorului și de aceea să grăbească întregul proces de răspuns la cererea de ofertă. În Marea Britanie, Societatea Britanică de Medicină Nucleară, în colaborare cu Institutul de Fizică și Inginerie în Medicină și Industrie au elaborat un formular standard de cerere de ofertă. Acest document cuprinzător a fost folosit de la mijlocul anilor 1990 și a fost recent updatat pentru a include și achiziționarea de gamma camere PET. Deși detaliat și cuprinzător, acesta permite să fie adăugate întrebări suplimentare. Acesta este disponibil la www.bnms.org.uk

Odată ce ofertele au fost returnate, acestea pot fi deschise și analizate. Cumpărătorul trebuie să analizeze documentele primite și să ia o decizie cu privire la ce echipament este potrivit. La acest moment, veți putea avea nevoie să vă întoarceți la producător pentru a clarifica unele detalii legate de ceea ce el oferă. Dacă doriți dotări suplimentare care să fie incluse în preț, întrebați dacă este posibil. Aceasta este singura dvs. șansă de a face cea mai bună înțelegere. Trebuie să discutați cu producătorul despre recomandările lor pentru service. Întrebați ce tipuri de contract de service vă oferă și cât costă fiecare. Întrebați unde au reprezentanțele de service, câte sunt și care este timpul de răspuns. Principalul depozit de piese de schimb ar fi bine să fie undeva în Europa, aproape de un aeroport mare. Asigurați-vă de la furnizor că au o

politică eficientă și solidă în ceea ce privește livrarea componentelor critice într-un mod oportun.

Fără îndoială, ar fi de dorit un contract de service cuprinzător; dar acesta va costa, deci s-ar putea să trebuiască să luați în considerare alternative, de exemplu un contract în care să plătiți piesele de schimb, iar interveția inginerilor de service să fie inclusă în contract. Deasemenea nu contează câte zile estimează că sunt necesare pentru mentenanță: cu cât sistemul este mai complex, cu atât mai multe zile sunt necesare. Un sistem complicat SPECT/CT poate necesita și trei zile consecutive, de trei ori pe an.

Când veți lua decizia cu privire la ce sistem și ce nivel de service se potrivește nevoilor dvs, va trebui să argumetați de ce ați ales acel tip de cameră și care sunt motivele pentru care alte sisteme nu sunt potrivite. Companiile care n-au câștigat selecția de oferte, vor aștepta să fie informați de ce nu au fost selectați. Pasul final este să semnați contractul și să comandați sistemul.

Instalarea sistemului

Operațiunile de preinstalare pot avea loc înainte de livrarea camerei și înainte de testele de acceptanță. Înainte ca sistemul să fie instalat, trebuie stabilit un set de planuri pentru locație și necesități. Se va stabili locul în încăpere și toate celelalte necesare. Acordați timp pentru a analiza planurile și pentru a discuta cu furnizorul toate detaliile – este singura dvs. șansă să obțineți lucrurile așa cum le doriți. Dacă veți cumpăra un sistem de SPECT/CT de ultimă oră, va trebui să cereți sfaturi de la specialiști în CT pentru a vă asigura că cerințele de radioprotecție sunt îndeplinite. Majoritatea companiilor vor dori ca responsabilul cu radioprotecția să aprobe planurile, înainte de a începe construcțiile.

Teste de acceptanță

Odată ce camera a fost instalată, este bine de urmat protocoalele de acceptanță NEMA. Ultimele standarde se găsesc pe website-ul www.nema.org. Urmarea standardelor recunoscute internațional asigură testarea echipamentului în aceleași condiții ca și în fabrică. Unele departamente folosesc o agenție externă pentru a efectua aceste teste, deoarece echipamentul poate fi cu adevărat complex. Puteți compara rezultatele dvs. cu specificațiile date de producător în ofertă; și puteți stabili dacă gamma camera funcționează conform așteptărilor și este potrivită pentru utilizarea clinică. Dacă testele scot în evidență unele probleme tehnice, trebuie chemată echipa de instalare pentru a le remedia. Una din publicațiile utile pentru diagnosticarea unor defecțiuni este Atlasul de Control al Calității pentru Camerele de Scintilație al IAEA http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1141_web.pdf. Atlasul conține numeroase exemple de posibile motive care stau în spatele unor artefacte de imagine neobișnuite sau a unor probleme. Odată ce testele de acceptanță au fost efectuate, camera poate fi considerată ca fiind la nivelul cerințelor și efectuarea plății poate fi autorizată.

Training

După testele de acceptanță și înainte de utilizarea gamma camerei, aveți nevoie de timp pentru a vă instrui despre cum să folosiți echipamentul, și este momentul să setați protocoalele. Training-ul poate fi efectuat rapid și ușor dacă personalul a mai folosit acel tip de gamma cameră înainte. Dar training-ul poate fi și extrem de complex. Un sistem dotat cu CT are nevoie de personal cu cunoștințe specifice acestei metode imagistice, nu numai în timpul testelor, dar și pentru

setarea protocoloalelor. S-ar putea ca personalul din departament să aibă aceste cunoștințe, în special dacă sistemul a fost instalat într-un departament de radiologie unde există specialiști în toate metodele imagistice. În cazul altor departamente, cunoștințele ar putea fi dobândite la cursuri și observând munca celorlalți colegi din serviciul CT. Trainingul este necesar pentru tehnologii fără experiență, pentru a putea pregăti pacienții, pentru a înțelege protocoalele CT și pentru a avea suficiente noțiuni teoretice și practice pentru a efectua examinarea CT. Programele de training încep să includă noțiuni de SPECT-CT dar vor fi necesari câțiva ani până se vor cristaliza. Dar cu o organizare atentă și programe de training bine stabilite, sistemele imagistice SPECT-CT pot fi stăpânite în câteva luni chiar și în departamentele care nu au o experiență imagistică la acest nivel.

Rezumat

Achiziția de echipament este complicată dar dacă urmați un proces prestabilit și obțineți ajutor de la persoane cu experiență atunci când este necesar, veți putea fi siguri că vă veți conforma reglementărilor UE. Luați în considerare folosirea unei cereri de ofertă standard pentru a simplifica documentația și folosiți standarde internaționale pentru testele de acceptanță. Acordând timp pentru training-ul personalului și stabilind protocoale de lucru eficiente, veți constata că drumul spre achiziția finală nu este prea abrupt; și veți avea echipamentul potrivit care să satisfacă nevoile dvs.

Bibliografie:

<http://ted.publications.eu.int/official/http://www.bnms.org.uk>

Wells CP, Buxton-Thomas M. "Gamma Camera Purchasing" Nucl Med Commun. 1995, 3, 168-185

IAEA Quality Control Atlas for Scintillation Camera Systems. ISBN 92-0-101303-5. Poate fi downloadat de pe www.iaea.org Nuclear Medicine Resources Manual. ISBN 92-0-107504-9. Publicat de IAEA poate fi accesat pe www.iaea.org.

Concluzii – Având de-a face cu Best Practice

– o provocare zilnică

Julie Martin

Întotdeauna există sentimentul că se poate face mai mult, și că perfecțiunea niciodată nu se poate atinge. Dând o privire la colaboratorii acestei a doua părți a Best Practice în Medicină Nucleară este clar câtă experiență a fost exprimată, atât din muncă zilnică, cât și din cunoștințele, experiență și strategiile care se elaborează subconștient pentru a ajunge la rezultatele finale. Putem fi cu adevărat mândri că există o dorință a profesioniștilor din această specialitate de a lucra la un standard ridicat, pe toate laturile domeniului Medicinii Nucleare. Cunoștințele și priceperea necesare sunt variate, dacă ne uităm la titlurile capitolelor; reglementări europene, asigurarea calității inclusiv modele teoretice, argumente științifice și practice, radioprotecție și larga ei utilizare și achiziții care necesită cunoștințe de strategie/politici, management, business planning, legislație, ar fi doar unele.

În ciuda diferențelor dintre colegii din Europa (de la factori culturali până la diferențe de interpretare a legislației la nivel național), dorim să răspundem atât la cerințele interne și externe, dar în același timp să ne folosim în mod responsabil resursele. Provocările sunt multe; dar adoptând procedeele descrise în această broșură, cei care practică Medicina Nucleară pot furniza îmbunătățiri imediate, consistente și susținute și astfel asigura nu numai o abordare performantă a imagisticii, dar asigură deasemenea aspirația spre un nivel de standardizare european.

Analizând cum putem munci zilnic la cel mai ridicat nivel de calitate, trebuie să luăm în considerare factorii interni și externi care pot influența buna practică medicală.

În primul rând, analizarea mediului extern

poate fi făcută utilizând așa-numitul model “PEST” prin care analiza impactului politic, social, economic și tehnologic poate ajuta la identificarea presiunii externe ce afectează capacitatea de a menține și dezvolta conceptul de best-practice.

Mandatele politice, schimbările din legislație făcute de organizații ca UNSCEAR, ICRP, IAEA nu numai că ne impun să implementăm unele schimbări, dar adesea sunt necesare adaptări la practică ce afectează deja suprasolicitele resurse de care dispunem. Este o provocare continuă să atingem cerințele legislative într-o continuă creștere.

Impactul tehnologic, deasemenea, determină schimbări în practică. Acum cincisprezece ani, când se făceau testele de verificare pentru SPECT, procedura era să se verifice centrul de rotație (COR) zilnic, sau de câte ori se schimba colimatorul. Aceasta putea însemna 3 sau 4 verificări ale centrului de rotație făcute zilnic. Acum sistemele sunt atât de stabile, încât acest nivel de verificare nu mai este necesar. Unele standarde au fost implementate, la altele s-a renunțat; și cerința este ca întotdeauna să revizuiți și să evaluați procedurile și protocoalele pentru a ne asigura că obiectivele rămân la nivelul dorit. În plus, într-o lume bazată pe comunicare web, în care cu toții muncim, este mult mai ușor să cerem “virtual” sfaturi de la colegi, astfel comaprându-ne performanța continuu, și să cerem sfaturi de la pleiada de experți din specialitatea noastră. Introducerea programelor ca Distance Assisted Teaching (DAT - Învățare la Distanță Asistată), deasemenea, înseamnă că aceste practici pot fi împărtășite țărilor în curs de dezvoltare, și nefiind influențate de factori economici, în consecință oferă acces egal la informații.

Presiunea economică și socială deasemenea influențează capacitatea de a menține standardele. Variabile cum ar fi disponibilitatea unei forțe de muncă corect instruită și accesul la echipament performant, întotdeauna va avea influență asupra capacității de a atinge standardele dorite.

A doua provocare constă în mediul intern și cuprinde departamentul ca un întreg (inclusiv personalul) împreună cu angajatorul. Aici protocoalele naționale și europene joacă un rol important și ajută la stabilirea priorităților deopotrivă locale sau multi-disciplinare. Protocoalele aprobate joacă un rol important în obținerea resurselor potrivite care să faciliteze asigurarea best-practice-ului. Asigurarea unui număr optim de personal și obiectivele angajatorului vis-à-vis de eficiență și productivitate nu întotdeauna vor merge mână în mână. Dacă evaluarea și măsurarea performanței nu va atinge standardele propuse, este clar că vor trebui făcute îmbunătățiri.

Personalul trebuie să-și împărtășească cunoștințele de “best-practice” (așa cum o face și această broșură), asigurând existența unei documentații care poate fi utilizată în departamente, pentru a munci la standardele dorite. Este important, ca europeni muncind după directive europene, să muncim împreună ca profesioniști, fiind de acord asupra nivelurilor de performanță în oferirea serviciilor de Medicină nucleară. Diferențe în practică vor apărea datorită multor variabile; dar standardele vor conține

criterii structurale, procedurale și ale rezultatelor, contribuind la obținerea obiectivelor operaționale și strategice ale departamentelor.

Ultima și cea mai importantă provocare (cu care ne confruntăm zilnic când încercăm să oferim “best-practice”) este aceea de a asigura training-ul și dezvoltarea celei mai importante resurse din specialitatea noastră, personalul. Nu întotdeauna este evidențiat în ghiduri; dar este evident că numai dezvoltând cunoștințele și priceperea personalului din Medicina Nucleară, putem obține “best-practice”. Acesta este un proces continuu; și indiferent unde lucrăm, este cea mai mare provocare de care ne lovim. Citind acest ghid și pe cel precedent (Best Practice în Medicina Nucleară – partea 2, Ghidul Tehnologistului), se vede clar, principiul “best practice” este viu în Europa.

Inspirat din:

Nuclear Medicine Resources Manual
2006, IAEA ISBN 92-0-107504-9

Poate fi downloadat de pe <http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PubDetails.asp?pubId=7038>

Deținătorul dreptului de autor / Editorul broșurii originale:
European Association of Nuclear Medicine
Technologist Committee and Technologist Education Subcommittee
Hollandstrasse 14, 1020 Vienna, Austria
Tel: +43-(0)1-212 80 30, Fax: +43-(0)1-212 80 309
E-mail: info@eanm.org
URL: www.eanm.org

Traducerea în limba română sub îndrumarea:
Dr. Piciu Doina, Șef Departament Medicină Nucleară
Institutul Oncologic "Prof. Dr. Ion Chiricuță" Cluj-Napoca
Str. Republicii 34-36, 400015, Cluj-Napoca, România

Tradus și editat de:
Peștean Claudiu, Tehnician medical specialist, Departamentul de Medicină Nucleară
Institutul Oncologic "Prof. Dr. Ion Chiricuță" Cluj-Napoca
Str. Republicii 34-36, 400015, Cluj-Napoca, România
Roman Alexandrina, fizician, Departamentul de Medicină Nucleară
Institutul Oncologic "Prof. Dr. Ion Chiricuță" Cluj-Napoca
Str. Republicii 34-36, 400015, Cluj-Napoca, România

Conținut:
Nu ne asumăm responsabilitatea asupra corectitudinii informațiilor.
Informațiile sunt în acord cu data pregătirii: August 2007

Proiect și Design:
Grafikstudio Sacher
Hauptstrasse 3/3/10, 3013 Tullnerbach, Austria
Tel: +43-(0)2233-64386, Fax: +43-(0)2233-56480
E-mail: studio.sacher@aon.at

Tipărire:
Idea Design & Print
str. Dorobanților 12 RO 400117 Cluj
tel. +40 264-594634, +40 264-431661, fax. +40 264431603
idea@idea.ro www.idea.ro

Coperta:
Centre Georges-François Leclerc, Dijon, France

Tradus și editat în limba română cu acordul European Association of Nuclear Medicine



Sponsorizat de



Bristol-Myers Squibb
Medical Imaging

Innovators at Heart