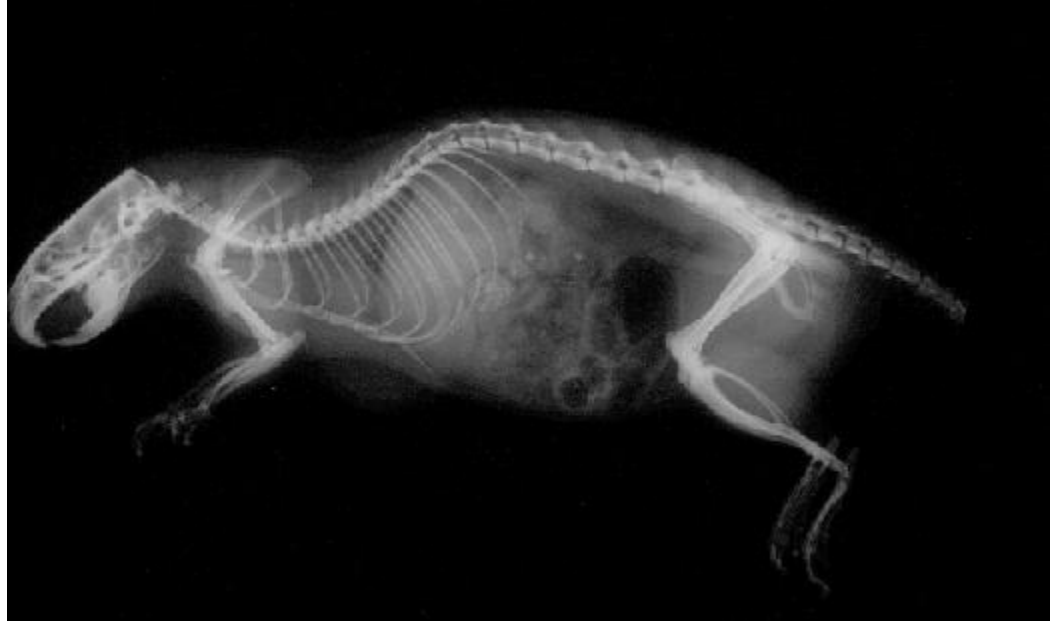




הנחיות ודפי הדרכה בבטיחות קרינה לעובדים עם מקורות

חתומים ומכשירי X-ray



המחלקה
לבטיחות ולגיהות

Department of
Safety and
Occupational Health

תוכן ההדרכה

.i	הקדמה
.ii	קרינה מייננת
.iii	מקורות קרינה
.iv	יחידות קרינה
.v	חשיפה חיצונית
.vi	סיכוני חשיפה
.vii	בקרת חשיפה
.viii	ספי חשיפה לעובדים ולציבור
.ix	הגדרות לעובד קרינה
.x	כללי ונוהלי בטיחות בתפעול
.xi	מיגון ושימוש בבקרה אישית
.xii	תחזוקה
.xiii	חובות המעביד והעובד

הנהלה
טל. 02-6584014/5
פקס. 02-6585776

עין כרם
טל. 02-6758051
פקס. 02-6757024

רחובות
טל. 08-9489983
פקס. 08-9470670

גבעת רם/
הר הצופים
טל. 02-6585525
פקס. 02-6585776



1. הקדמה

- 1.1. בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העוסקים בקרינה מייננת) התשנ"ג 1992, מחויב כל עובד קרינה לעבור הדרכת בטיחות אחת לשנה לפחות.
- 1.2. לומדת הרענון הקיימת מותאמת לעובדי קרינה עם חומרים רדיואקטיביים פתוחים.
- 1.3. בהנחה שחלק מהעובדים הספיקו לשכוח נושאים בסיסיים בבטיחות קרינה, הרחבנו את היריעה על מנת לכסות פערי ידע בתחום.
- 1.4. עד לפיתוח לומדה ייעודית לעובדי קרינה עם מכשירי X, ישמשו דפים אלו כתחליף.

2. קרינה

- 2.1. קרינה אלקטרומגנטית- תנועה של אנרגיה במרחב הניתנת להצגה דואלית הן כתנועה של שדות חשמליים ומגנטיים בעלי אורך גל ותדירות אופייניים והן כקרן המורכבת מחלקיקי אנרגיה (פוטונים).
- 2.2. קרינה מייננת- קרינה אלקטרומגנטית או קרינת חלקיקי חומר, בעלת אנרגיה מספקת ליצירת זוגות יונים, כתוצאה מאינטראקציה עם אטומי התווך בו היא עוברת.
- 2.3. היחידה בה משתמשים למדידת קרינה מייננת היא אלקטרון-וולט (eV) כאשר $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.
- נהוג להשתמש ביחידות גדולות יותר: $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$, $1 \text{ KeV} = 10^3 \text{ eV}$.
- 2.4. להלן ערכי אנרגיה הנדרשים לביצוע האינטראקציות הבאות:
 - 2.4.1. גבול היינון 12.4 eV
 - 2.4.2. יינון אטום המימן 13.6 eV
 - 2.4.3. יינון האוויר (אנרגיה ממוצעת) 34 eV
 - 2.4.4. שבירת קשר מימני ב DNA $\sim 1 \text{ eV}$
 - 2.4.5. אנרגיה בקרינת טלפון נייד $8 \cdot 10^{-6} \text{ eV}$

3. מקורות קרינה

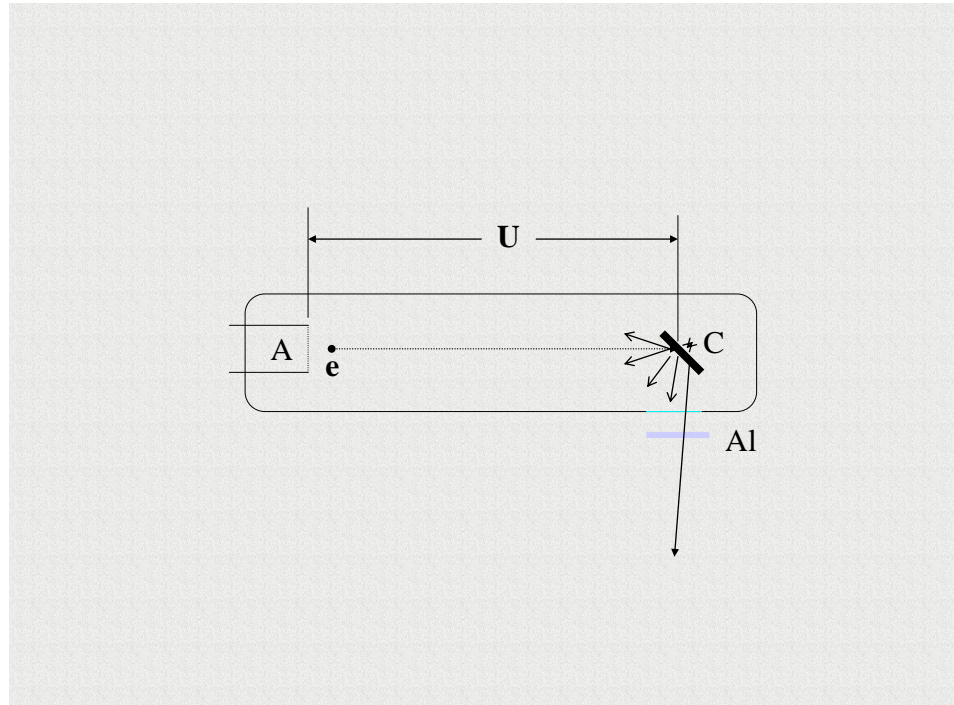
- 3.1. מקורות חתומים כגון ^{57}Co , ^{137}Cs , להקרנה ולמדידות באפקט מוסבאוואר וכן מקורות קטנים לכיול.
- 3.2. מקורות הקרינה משפופרות X באוניברסיטה העברית מגוונים ומשמשים בין היתר במערכות קריסטלוגרפיה, שיקוף והדמיה.



3.3. יצירת קרני X - שפופרת רנטגן (תרשים מס' 1) בנויה משפופרת ריק ובה שתי אלקטרודות: סליל להט המשמש כקתודה (A) וסגסוגת טונגסטן כאנודה (C). בין האלקטרודות מופעל מתח גבוה U של עשרות אלפי וולט. חימום סליל להט משחרר אלקטרונים לחלל השפופרת. האלקטרונים מואצים בשדה החשמלי לעבר האנודה. עם הפגיעה באנודה, מואטים האלקטרונים. תהליך ההאטה מלווה ביצירת קרינת X (קרינת האטה - Bremsstrahlung). הקרינה יוצאת מהשפופרת דרך חלון אופטי ומונחתת באמצעות פילטר אלומיניום Al שתפקידו להסיר מהקרן את האנרגיות הנמוכות. אנרגיות אלו נבלעות בגוף המשוקף ואינן תורמות ליצירת תמונת ההדמיה.

המחלקה
לבטיחות ולגיהות

Department of
Safety and
Occupational Health



תרשים מס' 1: תאור סכמטי של שפופרת רנטגן:

A - קתודה מחוממת עשויה סליל הפולט אלקטרונים

C - אנודת טונגסטן עליה נעצרים האלקטרונים המואצים לעברה

U - מתח גבוה בין האלקטרודות

Al - פילטר אלומיניום

הנהלה

טל. 02-6584014/5
פקס. 02-6585776

עין כרם

טל. 02-6758051
פקס. 02-6757024

רחובות

טל. 08-9489983
פקס. 08-9470670

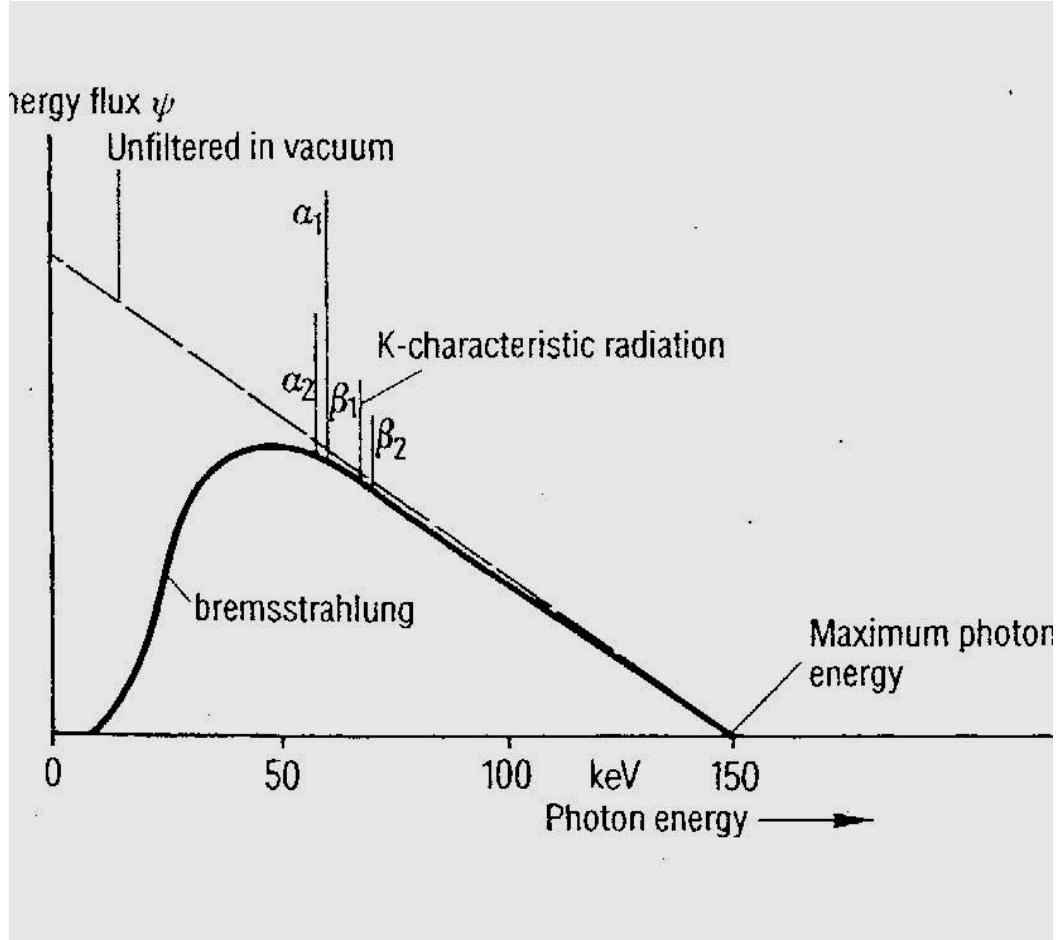
גבעת רם/

הר הצופים

טל. 02-6585525
פקס. 02-6585776



4. בציור מס' 2 מתואר ספקטרום הנפלט משפופרת X. ניתן לראות את השפעת פילטר האלומיניום על מבנה הספקטרום בתחום האנרגיות הנמוכות.



ציור מס' 2 : הספקטרום הנפלט ממכונת רנטגן בעלת מתח 150 kVp

יחידות קרינה

5. קיימים שלושה סוגים של יחידות קרינה המשמשות כל אחת למדידת הקרינה ולהערכת האנרגיה המושקעת ע"י הקרן במהלך האינטראקציה שלה עם התווך.

5.1 יחידת הרנטגן משמשת כיחידת חשיפה (Exposure). קצב חשיפה של 1 רנטגן

בדקה (1R/min), מוגדר ככמות האנרגיה שמשקיעה הקרן בדקה, במהלך האינטראקציה עם האוויר, המייצרת מטען של יחידה אלקטרוסטטית אחת ($esu = 2 \cdot 10^9$ electrons) בכל סמ"ק של אוויר.

5.2 מנה נבלעת (Absorbed Dose) - כמות האנרגיה הנבלעת בתווך שנחשף לקרינה

ומבוטאת ביחידות של אנרגיה ליחידת מסה. קיימות שתי יחידות לחישוב מנה נבלעת:

המחלקה
לבטיחות ולגיהות

Department of
Safety and
Occupational Health

הנהלה
טל. 02-6584014/5
פקס. 02-6585776

עין כרם
טל. 02-6758051
פקס. 02-6757024

רחובות
טל. 08-9489983
פקס. 08-9470670

גבעת רם
הר הצופים
טל. 02-6585525
פקס. 02-6585776



5.2.1 יחידה חדשה - 1 Gray (Gy)=1 Joule/1kg

5.2.2 יחידה ישנה - 1rad=100erg/1g

5.2.3 בין היחידות מתקיים היחס : 1Gy=100 rad

5.3 מנה אקוויולנטית (Dose Equivalent) – גודל המשמש מדד לנזק הביולוגי הנגרם כתוצאה מחשיפה לקרינה מייננת. גם כאן קיימות שתי יחידות בשימוש :

5.3.1 יחידה חדשה - 1 Sievert(Sv)=Q·1Gy

5.3.2 יחידה ישנה - 1rem=Q·1rad

5.3.3 Q (Quality Factor) - מדד ליעילות העברת האנרגיה.

עבור סוגי הקרינות γ, β, X : Q=1

5.3.4 היחס בין היחידות - 1Sv=100rem

6. עבור סוגי הקרינות γ, β, X מתקיים בקירוב טוב : $1R \approx 1rad \approx 1rem$

חשיפה חיצונית

7. חשיפה חיצונית מוגדרת כחשיפה לקרינה מייננת ממקור הנמצא מחוץ לגוף (בניגוד לחשיפה פנימית שבה מקור הקרינה חדר לגוף).

8. שלושת כללי הבטיחות להגנה מחשיפה חיצונית הם :

8.1 זמן - צמצום משך זמן החשיפה.

8.2 מרחק - מנת הקרינה קטנה עם המרחק מהמקור לפי יחס ריבוע המרחק.

8.3 מיגון - מיגון עופרת מנחית את החשיפה לפי הנוסחה :

$$I = I_0 \cdot e^{(-\mu d)}$$

כאשר :

I = שטף הפוטונים המונחת

I_0 = שטף הפוטונים שיש להנחית

μ = מקדם הנחתה קווי (פונקציה של אנרגיית הקרן ותכונות החומר).

D = עובי החומר המנחית

9. עובי מחצית (HVL) - עובי החומר המנחית את שטף הקרינה ההתחלתי פי שתיים.

זהו גודל אופייני לכל חומר התלוי באנרגיית הקרן.

10. דוגמא לחישוב הנחתה של סינר עופרת :

קצב החשיפה ממכונת רנטגן בעלת מתח של 110kVp ושטף של 15mAs הוא 1R/s

במרחק 1 מ' ממשטח בעל החזרה מלאה. מהי מידת ההנחתה שמספק סינר העופרת

בעובי 0.5 מ"מ לעובד ומהי המנה אליה ייחשף העובד מפולס שאורכו 66ms ?

תשובה : האנרגיה הממוצעת של מכונה במתח של 110KVp היא בקירוב 55KeV

(כחצי מהאנרגיה המכסימלית של האלקטרונים בשפופרת). מקדם ההנחתה הקווי של

עופרת עבור אנרגיה זו נתון בטבלאות וערכו $\mu=74cm^{-1}$. נציב ערכים אלו בנוסחה



$$\frac{I}{I_0} = \exp(-74 \cdot 0.05) = 0.025 \quad \text{לעיל ונקבל:}$$

כלומר מנת הקרינה שהעובד ייחשף אליה במשך שנייה אחת היא 25mrem או
1.65mrem במשך 66ms .

סיכוני חשיפה

11. הסיכונים העיקריים לעובדים הם לאיברים בלתי מוגנים, פנים, צוואר ובעיקר לעדשות העיניים. מקור הסיכונים הם קרינה ישירה ובעיקר קרינה מוחזרת או מפוזרת.

12. קרינה מייננת עלולה לגרום לנזקים סומאטיים ולנזקים גנטיים. הנזקים הנגרמים כתוצאה מחשיפה כרונית לקרינה ברמה נמוכה הם עלייה בשכיחות גידולי עור (כגון סוגי סרטן עור כרוני SCC, BCC), לוקמיה, הזדקנות העור, וקטרקט. בנוסף יתכנו גם נזקים גנטיים ותורשתיים כתוצאה מאותה חשיפה.

13. השפעות הקרינה יכולות לבוא לידי ביטוי באופן כמעט מיידי (השפעות דטרמיניסטיות) או שהן יכולות להופיע לאחר תקופת חביון ארוכה (השפעות סטוכסטיות). דוגמא להשפעה מייידית של קרינה היא אדמומית הנוצרת בעור המוקרן. השפעות מאוחרות של קרינה מתבטאות, בין היתר, בתחלואה בסרטן.

14. התאים בגוף הרגישים ביותר לקרינה מייננת. בתאים אלה מתקיימת חלוקה אקטיבית כגון תאי אפיתל, תאי גזע המייצרים תאי דם (Hematopoietic stem cell) תאים המצפים את המעי הדק ותאי מין. תאים הפחות רגישים לקרינה הם תאי עצב ותאי שריר בהם אין חלוקה אקטיבית של התאים.

המחלקה
לבטיחות ולגיהות

Department of
Safety and
Occupational Health

הנהלה
טל. 02-6584014/5
פקס. 02-6585776

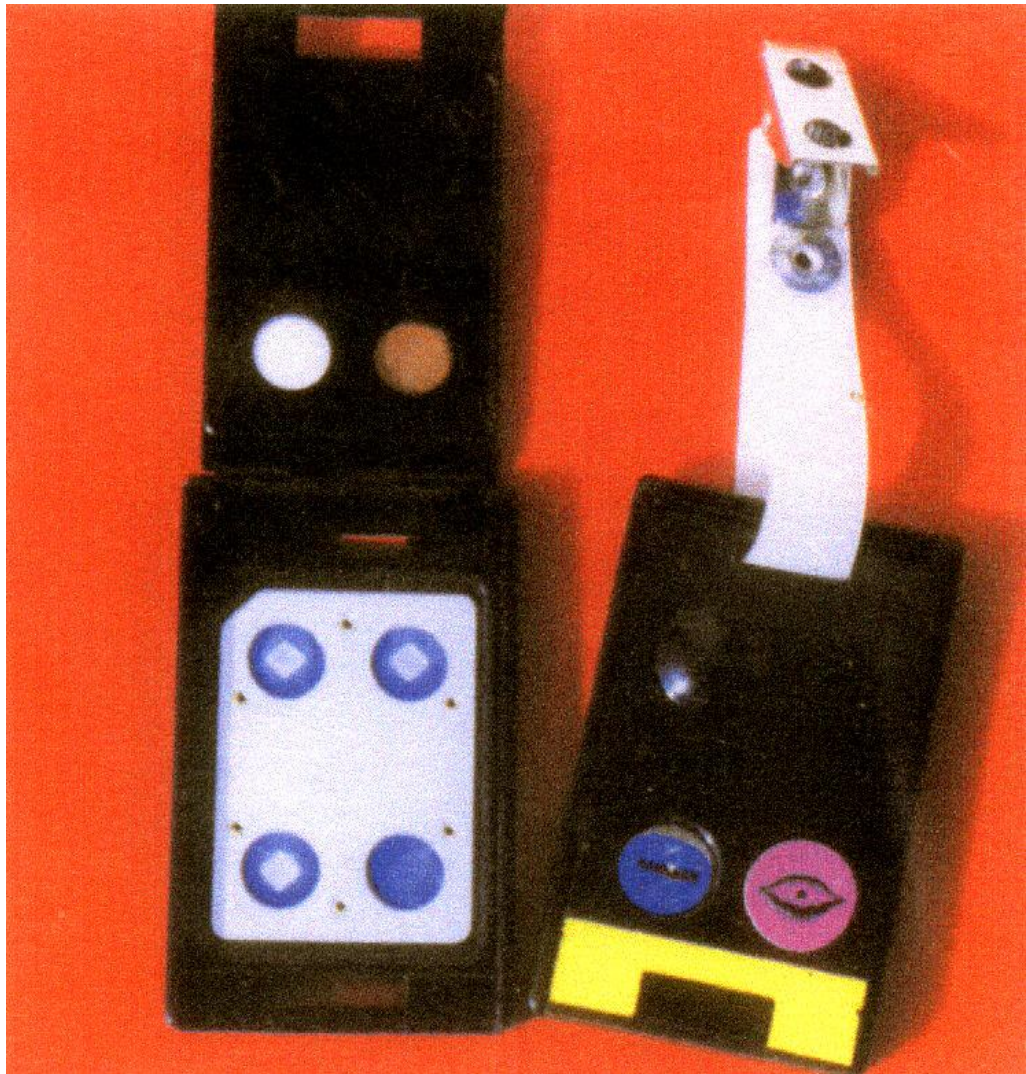
עין כרם
טל. 02-6758051
פקס. 02-6757024

רחובות
טל. 08-9489983
פקס. 08-9470670

גבעת רם/
הר הצופים
טל. 02-6585525
פקס. 02-6585776



בקרת חשיפה חיצונית



המחלקה
לבטיחות ולגיהות

Department of
Safety and
Occupational Health

15. תגי הקרינה המשמשים לבקרת חשיפה אישית הם מסוג TLD-100 . בתגים אלו משובצים שלושה גבישי סינטילציה מסוג $\text{LiF}(\text{Mg},\text{Ti})$. התג בו משתמשים עובדי רדיוגרפיה הוא בעל גביש אחד.

16. על מכסה התג, מול הגביש מותקן פילטר נחושת למדידת קרינות X ו- γ בטווח האנרגיות 10-60KeV .

17. הקרינה אליה נחשף התג נבלעת בגביש וגורמת לו לעבור למצב מעורר. בסוף כל חודש של שימוש, נשלח התג לבדיקה בממ"ג. תהליך הבדיקה כולל חימום התג במכשיר ייעודי. החימום גורם לגביש לחזור למצב היסוד האנרגטי שלו תוך כדי שחרור פוטוני אור הנספרים במכשיר המדידה ומתורגמים למנת קרינה ביחידות של מילירם.

18. רגישות הגביש בתג לחום מחייבת הרחקתו מכל מקור חום בזמן השימוש ואחריו. שכן חשיפת התג לחום תגרום לדעיכתו המוקדמת ולאיבוד אינפורמציה חשיפה של העובד.

הנהלה

טל. 02-6584014/5
פקס. 02-6585776

עין כרם

טל. 02-6758051
פקס. 02-6757024

רחובות

טל. 08-9489983
פקס. 08-9470670

גבעת רם

הר הצופים

טל. 02-6585525
פקס. 02-6585776



19. שגיאות קריאה אינהרנטיות תלויות בגודל המנה (ככל שמנת החשיפה נמוכה יותר שגיאת הקריאה גבוהה יותר), אנרגיית הקרינה, תנאי הסביבה, דעיכה עצמית, "רעשי" מערכת המדידה וקרינת רקע.
20. קיימים מספר סוגים של תגי קרינה, מלבד תג חזה, כגון תג ראש, תג אצבע, תג רגל ותג יד. כמו כן קיימים דוזימטרים אישיים בהם ניתן לראות בזמן אמת את ערכי החשיפה. דוזימטרים אלו מיועדים למקומות עבודה בהם קיים סיכון לחשיפה גבוהה כגון מקורות חתומים רבי עוצמה, מאיצים וכורי כוח ומחקר.

המחלקה
לבטיחות ולגיהות

Department of
Safety and
Occupational Health

ספי חשיפה לעובדים ולאוכלוסייה הכללית

21. מנות הסף לעובדים, ללא חשיפות רפואיות או חשיפות ממקורות טבעיים :
- 21.1. מנה אפקטיבית של 20mSv לשנה במוצע ע"פ 5 שנים.
- 21.2. מנה אפקטיבית של 50mSv לשנה בודדת בתנאי שהמנה המצטברת על פני חמש שנים לא תעלה על 100mSv .
- 21.3. עבור עובדת בתקופת הפוריות, תחולק המנה השנתית בצורה הומוגנית לאורך כל השנה.
- 21.4. מנה אקוויוולנטית לעדשות העיניים - 150mSv לשנה¹.
- 21.5. מנה אקוויוולנטית לגפיים או לעור - 500mSv לשנה.
- 21.6. מנה אפקטיבית של 1mSv לשנה לעובדת לכל תקופת ההיריון (ערך חשיפה זה נגזר מהגדרת העובר כשייך לאוכלוסייה הכללית). בשלושת החודשים הראשונים להיריון העובר רגיש במיוחד לקרינה.
22. מנת הסף לאוכלוסייה הכללית, ללא חשיפות רפואיות או חשיפות ממקורות טבעיים :
- 22.1. מנה אפקטיבית של 1mSv לשנה.

פטורים

23. מכשירי X שהמתח המרבי על השפופרת נמוך מ- 5KV או שקצב מנת הקרינה במרחק 10 ס"מ מהמכשיר אינו עולה על $1\mu\text{Sv/h}$ (0.1mrem/h) פטורים מתחולת התקנות.
24. מקורות חתומים עפ"י הפירוט המופיע בתוספת הרביעית לתקנות הבטיחות בעבודה.

הנהלה
טל. 02-6584014/5
פקס. 02-6585776

עין כרם
טל. 02-6758051
פקס. 02-6757024

רחובות
טל. 08-9489983
פקס. 08-9470670

גבעת רם/
הר הצופים
טל. 02-6585525
פקס. 02-6585776

הגדרות לעובד קרינה ולבעלי סיכון לחשיפה חיצונית

25. תקנות הבטיחות בעבודה (גיהות תעסוקתית ובריאות העוסקים בקרינה מייננת) התשנ"ג, 1992, מגדירות, בין היתר, מיהו עובד קרינה ומיהם עובדים בעלי סיכון לחשיפה חיצונית. ע"פ תקנות אלו (בהתייחס לעובדים בעלי סיכון לחשיפה חיצונית בלבד) :



25.1. **עובד קרינה** - אדם העוסק בקרינה שחשיפתו התעסוקתית עלולה לעבור בשנה אחת את עשירית המנה הגבולית או העובד באחת או בכמה מהעבודות המפורטות בתוספת השלישית בהיקף של **לפחות 200 שעות בשנה**.

ההגדרה לעיל קובעת שכל מי שעובד עם מכשירים בהם משובצות שפופרות X (שאינם עומדים בתנאי הפטור) או עם מקורות חתומים פולטי גמא בהם מכפלת אקטיביות המקור באנרגיה הממוצעת של הפוטון היא מעל 1mCi·MeV בהיקף של **לפחות 200 שעות בשנה** נחשב **לעובד קרינה**. לדוגמא: האנרגיה של ^{137}Cs היא 0.67MeV מכאן כל מקור בעל אקטיביות שמעל 1.5mCi מקיים את התנאי לעיל.

25.2. **עובד בעל סיכון לחשיפה חיצונית**- עובד עם מקור קרינה או בסביבתו אשר יש לו גישה לאזור בו קצב מנת הקרינה עולה על 2.5 מיקרוסיורט (0.25 מילירם) בשעה.

25.3. כל עובד בעל סיכון לחשיפה חיצונית העובד באחד או יותר מהעבודות המפורטות בסעיף הקודם, חייב בבקרת חשיפה אישית (תגי קרינה) ללא קשר להיקף שעות עבודתו. עובד בעל סיכון לחשיפה חיצונית אינו בהכרח עובד קרינה.

25.4. תנאי נוסף לקיום חובת בקרה אישית חל על עובד שלגביו קבע המב"ק כי הוא עלול, עקב עיסוקו, לימודיו או הכשרתו המקצועית, להיחשף לקרינה מייננת בשיעור העולה על שלוש עשיריות המנה הגבולית בשנה.

כללי בטיחות בתפעול מכשירים פולטי קרינת X

26. במערכות פתוחות יש להקפיד לפתוח את הקרן כך שרק האזור בעל העניין הקליני יהיה חשוף. באופן זה יצומצמו הפיזורים מהאזור המוקרן. צמצום הפיזורים יקטין את חשיפת העובד וישפר את איכות התמונה המתקבלת.

27. יש להנחית את הקרינה המוחזרת קרוב ככל הניתן למקום היוצרותה.

28. במכשירי X הפועלים במתח של עד 70KVp יש להשתמש בפילטר אלומיניום בעובי 1.5mm על מנת להסיר אנרגיות נמוכות מהספקטרום.

29. במכשירי X הפועלים במתח הגבוה מ-70KVp יש להשתמש בפילטרי אלומיניום בעובי 2mm ומעלה מאותה סיבה.

30. יש להעדיף, על פי העניין, עבודה במתח גבוה וזרם נמוך.

31. הפעלת מערכות שיקוף המחייבות נוכחות עובדים לידם בזמן ההפעלה, תעשה על ידי שני אנשים לפחות.

32. באחריות הרדיוגרף לוודא כי בזמן הצילום/שיקוף יהיו בחדר רק אנשים שנוכחותם במקום הכרחית.

33. סטודנטים במעבדות הוראה יעבדו אך ורק תחת פיקוחו של מדריך מוסמך.

המחלקה
לבטיחות ולגיהות

Department of
Safety and
Occupational Health

הנהלה
טל. 02-6584014/5
פקס. 02-6585776

עין ברם
טל. 02-6758051
פקס. 02-6757024

רחובות
טל. 08-9489983
פקס. 08-9470670

גבעת רם/
הר הצופים
טל. 02-6585525
פקס. 02-6585776



34. יש לשלט את הכניסות לחדרי הצילום בשלטי אזהרה ומנורות אדומות מתאימים.
35. דלתות חדרי הצילום יהיו סגורות בשעת הצילום. נורת אזהרה אדומה תדלק מעל הדלת ומחוץ לחדר במהלך הצילום.
36. יש לנעול גלגלי מכשירים ניידים בטרם הפעלתם.
37. בחדר הצילומים לא יאוחסנו חפצים שאין להם קשר לפעולת הצילום.
38. במערכות קריסטלוגרפיה:

המחלקה
לבטיחות ולגיהות

Department of
Safety and
Occupational Health

38.1. הסיכונים הם בחשיפה ישירה לקרן. לדוגמא חשיפה לקרן של $25kV/4mA$ במשך שנייה אחת תגרום לאיבר הנחשף למנה של $0.5Sv$.

38.2. ההתקנים המחויבים הם:

38.2.1. שילוט

38.2.2. מנורות אזהרה

38.2.3. מפסקי סף

38.2.4. מפסקי/מפתחות הפעלה

38.2.5. מיגונים

38.3. בקרת קרינה לעובד מתבצעת באמצעות תגי קרינה חודשיים

38.4. בקרת קרינה למכשיר- בדיקה תקופתית לגילוי דליפות

38.5. הוראות שימוש:

38.5.1. בדיקת מצב התריסים שאינם בשימוש

38.5.2. אין להשאיר מערכת בפעולה ללא השגחה

38.5.3. הכוונת הקרן תעשה במתח וזרם מינימליים ע"י עובד מיומן, תוך שימוש בלוח פלורוצנטי בעל מוט ארוך.

38.5.4. בגמר העבודה יש להוציא את מפתח ההפעלה ולנעול את דלת המעבדה.

38.5.5. לפני כל שינוי או תיקון במערכת יש לידע את המב"ק.

מיגון ושימוש בבקרת חשיפה אישית:

39. שימוש בסינר עופרת בעובי 0.5 מ"מ עופרת ובמגן צוואר ייעשה ע"י כל מי שחייב להימצא בחדר בזמן פעולת מכשיר השיקוף.

40. שימוש בכפפות עופרת בעובי 0.5 מ"מ ייעשה ע"י כל מי שידיו עלולות להיחשף לקרינה בזמן הצילום. הסינר וכפפות העופרת מנחיתים עד 85% מהקרן.

41. השתמש במשקפי מגן/גוגל המכילים עופרת להגנה על הקרנית ועדשת העין.

42. שימוש במחיצות פלקסיגלאס המכילים עופרת ובעיקר בעת ביצוע פלורוסקופיה.

43. תגי הקרינה הינם אישיים ואין להעבירם מאדם לאדם.

44. יש להצמיד את תג הקרינה מעל חלוק העופרת קרוב לצוואר.

45. יש לענוד תג אצבע מתחת לכפפות העופרת בעת ביצוע פלורוסקופיה.

46. אחת לחודש ישלחו תגי הקרינה לבדיקה בממ"ג.

הנהלה

טל. 02-6584014/5
פקס. 02-6585776

עין כרם

טל. 02-6758051
פקס. 02-6757024

רחובות

טל. 08-9489983
פקס. 08-9470670

גבעת רם/

הר הצופים
טל. 02-6585525
פקס. 02-6585776



תחזוקה

47. גילוי דליפות- קיים מיגון אינהרנטי סביב ראש המכשיר שתפקידו למנוע יציאת קרינה שלא דרך החלון האופטי. יחד עם זאת מומלץ לבדוק פעם בתקופה את תקינות המיגון. הבדיקה תבוצע באמצעות כריכת סרט צילום סביב השפופרת והפעלתה. במידה ותתגלה דליפת קרינה, יש להפסיק להשתמש במכשיר עד לתיקונו.
48. גילוי סדקים /קרעים בסינרי וכפפות העופרת- יש לבצע בדיקה חזותית של הסינרים והכפפות לאיתור סדקים או קרעים בעיקר באזורי החיבור שלהם. בנוסף מומלץ לשקף את הסינרים והכפפות. מומלץ לבצע את השיקוף במתח 80kVp וזרם 10mAs.
49. תגי הקרינה יאוחסנו מחוץ לחדרי השיקוף, הרחק ממקור חום ובתוך כלי מתכתי.

דוגמא לקצבי חשיפה ממערכת שיקוף

מכשיר פלורוסקופיה (mini C-arm) מדגם Premier Encore של חברת Hologic :

- 49.1.1 מתח- 75kVp
- 49.1.2 זרם- 0.1mA
- 49.1.3 משך הפעלה- מספר שניות
- 49.1.4 מרחק מקור- אובייקט- 40 ס"מ
- 49.1.5 **קצב החשיפה לקרינה ישירה** – 3R/min במרחק 1 מ' או 1.2 rem/sec
לאיבר הנחשף (ידיים הממוקמות במרחק 20 ס"מ מהמקור).

חובות המעביד והעובד

50. על פי תקנות הבטיחות בעבודה (סעיף 20 לעיל) מחויב המעביד, **בין היתר** :
- 50.1 לספק לעובדיו ציוד מגן, ביגוד מגן, מכשירי מדידה וניטור.
- 50.2 להדריך ולאמן כל עובד קרינה חדש מיד עם קבלתו לעבודה וכל עובד קרינה אחר, באופן שוטף וקבוע אחת לשנה לפחות.
- 50.3 לנקוט בכל פעולה שתהיה דרושה כדי למנוע מכל הנמצא בחצריו חשיפה לקרינה מייננת בשיעור העולה על המנה הגבולית בשנה אחת.
- 50.4 למסור לעובדי הקרינה שבחצריו, לפי בקשתם, נתונים עדכניים על תוצאות הבדיקות הסביבתיות התעסוקתיות שערכה מעבדה מוסמכת ואת תוצאות הבקרה האישית של חשיפותיהם לקרינה מייננת.
51. חובותיו של העובד על פי תקנות אלה כוללות, בין היתר :
- 51.1 למלא בקפידה אחר הוראות הבטיחות.
- 51.2 להקפיד להשתמש באמצעי בטיחות הקרינה ובציוד המגן האישי על פי הצורך.
- 51.3 להתייצב לכל הדרכה שהוזמן אליה.
- 51.4 להתייצב בשרות רפואי מוסמך לביצוע בדיקות רפואיות.
- 51.5 להודיע לממונה בטיחות על כל תקרית או תקלה ועל כל סיכון קרינה שנגלה לו במהלך עבודתו.