

טיפול קרינתי - מושגים, תהליך, חידושים

מירה ערבה

במאמר זה יינתן רקע בסיסי לאחיות, אשר שותפות באספקט הקליני לטיפול ברדיותרפיה במכון האונקולוגי ובמחלקות השונות. במאמר תהיה התייחסות לאנרגיה, קרינה מייננת ודרכי מדידה, השפעתה על צמצום הגידול הסרטני וכדומה. כמו כן תהיה התמקדות בחידושים הקיימים בטיפול בקרינה.

רדיותרפיה הינו מושג שנועד לתאר דיסציפלינה קלינית ומדעית, המוקדשת לטיפול בקרינה מייננת באדם החולה בסרטן. כדיסציפלינה קלינית רדיותרפיה מתמקדת בטיפול בפרט, תוך דאגה ותמיכה במטופל ומשפחתו. כמדע, רדיותרפיה כוללת חינוך צוות, מחקר ומטרות אקדמיות נוספות, שנועדו להעלות את הידע ולשפר את יישום הטיפול בקרינה מייננת במחלות ממאירות.

טיפול בקרינה -רדיותרפיה

אור סגולי, קרני X (רנטגן) וקרני גמא - בעלות התדירות הגבוהה ביותר, שלהן אורך הגל הקצר ביותר (Hilderley, 1997).

ככל שאורך הגל קצר יותר עוצמת האנרגיה גבוהה יותר, ובאורכי גל קצרים מאוד, כמו קרני רנטגן וקרני גמא, הקרינה מייננת את החומר (או האטום). בתהליך היינון נוצרים רדיקלים חופשיים. מצב זה בדרך כלל אינו יציב כימית, ולכן הרדיקלים משתתפים בקלות בתגובות כימיות.

כאמור, קרינה אלקטרו מגנטית (בין אם מופקת ממאיץ קווי או נפלטת מאיזוטופ רדיואקטיבי) פועלת על החומר ברמה האטומית, גורמת הפרעה (יינון או עירור) ביציבות האטום, כאשר התוצאה היא ספיגה של האנרגיה עד פגיעה בחומר הגנטי של התא ויצירת יוניזציות נוספות, אשר שוב פועלות להרס החומר (מעין שרשרת נזקים כמו אפקט דומינו) (Hilderley, 1997).

מטרת הטיפול בקרינה והתוויות לטיפול

מטרת הטיפול היא להעביר מנה טיפולית של קרינה מייננת לגידול, וזאת על-ידי הפחתה למינימום את הקרינה לרקמות הבריאות הסובבות את הגידול. השגת יחס תרפויטי בין מנת הקרינה לבין תופעות הלוואי הנגרמות ממנה, דורש יישום

רדיותרפיה הינה טפול רפואי במחלה באמצעות קרינה. קרינה הינה אנרגיה בתנועה. קרינה חיצונית (External beam) נקראת טלותרפיה או קרינה מרחוק, והינה השיטה הנפוצה ביותר למתן קרינה טיפולית מייננת. קרינה מייננת היא קרינה הגורמת להוצאה של אלקטרון מהאטום אשר גורם לשינוי במטען החשמלי של האטום (Hilderley, 1997). הטיפול ניתן על ידי העברת אנרגיה אלקטרו מגנטית או חלקיקית מייננת ממכונה, שהיא בדרך כלל מאיץ קווי, הנמצאת במרחק מסוים מאיבר המטרה שבו נמצא הגידול (להבדיל ממתן קרינה מקרוב או בתוך האיבר המטופל, על ידי פליטה ספונטנית של אנרגיה אלקטרו מגנטית מקרני גמא מאיזוטופים רדיואקטיביים שנקראת ברכותרפיה, וידון במאמר נפרד).

האנרגיה האלקטרו מגנטית עוברת בצורת גל אלקטרו מגנטי במרחב (כולל בריק), במהירות האור. הגלים האלקטרו מגנטיים הם צורה של אנרגיה. ככל שאורך הגל גדול יותר, האנרגיה שלו פוחתת. הספקטרום האלקטרי הוא אוסף של כל הגלים האלקטרו מגנטיים בכל טווח התדירויות. גלים אלו כוללים: גלי רדיו - בעלי תדירות נמוכה (אורכי גל גדולים) ובסדר יורד של אורכי גל: גלי מיקרו, אינפרא אדום, אור נראה,

מירה ערבה RN, BA, אחות מכון קרינה, מרכז הסרטן, מרכז רפואי ע"ש שיבא. aravamir@bezeqint.net

בעוד מטרת הרדיותרפיה היא להרוס ולהוציא מפעולה תאי סרטן, מטרה מקבילה היא לשמר ולתחזק את שלמות הרקמה הבריאה "המטופלת". המגבלה העיקרית של מתן רדיותרפיה היא חשיפת הרקמות הבריאות לקרינה. למשל, בעת קרינה למדיאסטינום עלולה להתרחש אזופאגיטיס שתוצאתה דיספאגיה, אשר יכולה לפגוע במצב התזונתי של המטופל. הבנה ואינטגרציה של עקרונות רדיוביולוגיים יעזרו לצוות הסייעודי לתכנן ולטפל בסימפטומים נלווים ובתופעות הלוואי.

לקרינה מייננת השפעה ישירה ועקיפה על תאי המטרה, הבאות לידי ביטוי בתופעות דלהלן:

- א. שבר בשרשרת אחת או בשתי השרשראות של ה-DNA.
- ב. חיבורים מצליבים בין השרשראות לאחר שבירתן.
- ג. נזק או איבוד בסיס חנקני - אדנין, טימין, גואנין וציטוזין (הם הבסיסים שמרכיבים את ה-DNA), ואף שבר ממשי בקשר ההידרוגן בין שתי השרשראות של מולקולת ה-DNA. בנוסף לאפקט ישיר זה על מולקולת ה-DNA, נוצרת שרשרת מורכבת של תגובות כימיות במדיום או בתווך (בעיקר מים) הסובב את התאים. יינון מים גורם לשינויים טוקסיים משמעותיים, אשר משפיעים על תפקוד התא וחיתו. איבוד יכולתו הרפרודוקטיבית של התא, נחשבת לנקודת הסיום המשמעותית ביותר מבחינה ביולוגית של נזק קרינתי (Hall & Giaccia, 2006; Watkins Bruner, Hass, & Gosselin-Acomb, 2005).

זה המקום לציין, שמכיוון שרדיקלים חופשיים הנוצרים מיינון החומר הם אשר גורמים את הנזק הרצוי, מומלץ לקבל אישור מהרופא הרדיותרפיסט טרם קבלת טיפולים אלטרנטיביים אשר מיועדים בדרך כלל להפחתת רדיקלים חופשיים.

רגישות לקרינה (רדיוסנסיטיביות) הוא מושג המבטא תגובת הגידול לקרינה, במושגים של דרגת ומהירות התגובה. יש גידולים הנחשבים מאד רגישים, ויש לקחת גורם זה בחשבון בעת התכנון. כמו כן לצורך תכנון הטיפול חשובה מאד גם מידת הרגישות לקרינה של הרקמות הסובבות את הגידול. אפקט החמצן - חמצן פועל על הרדיקלים החופשיים, קושר אותם לחומרים אורגניים כך שלא יעברו תהליך תיקון, וכך יכולים הרדיקליים החופשיים להמשיך לגרום נזק. ככל שהטיפול מדויק יותר ומכוון יותר למטרה, אפקט החמצן יפעל להגברת הנזק לתאים החולים, בעיקר אם המטופל מחומצן מספיק (מכאן שיש לדאוג לרמת המוגלובין מספקת).

במשך הזמן נצפו תופעות שהובילו לשיפור היכולת להסיר גידולים, תוך שמירה על רקמות בריאות סמוכות. אלו נקראים ארבעת ה-R's של הרדיוביולוגיה, אשר מגדירים את הפרמטרים של רגישות לקרינה:

1. Repair.
2. Reproduction.
3. Redistribution.
4. Reoxygenation.

עקרונות מדעיים של רדיותרפיה אונקולוגית, שכוללים פיזיקה, רדיוביולוגיה, פתולוגיה ורפואה.

התוויות לטיפול ברדיותרפיה באונקולוגיה:

1. ריפוי - טיפול דפיניטיבי: מתן טיפול ראשוני בלעדי בסוגי סרטן שונים בהם האפשרות הניתוחית עלולה לגרום למום משמעותי, או במקרים בהם יעילות הטיפול הקרינתי דומה או אף עולה על יעילות הטיפול הניתוחי, לדוגמה רדיותרפיה לסרטן הערמונית והלוע.

2. טיפול ניאואדג'ובנטי - טיפול קרינתי הניתן לפני הטיפול הדפיניטיבי - בדרך כלל מטרת הטיפול היא להקטין את הגידול ולאפשר ניתוח קטן יותר. לדוגמה סרטן הרקטום.

3. טיפול אדג'ובנטי (משלים ומונע) - טיפול הניתן לאחר ניתוח (או כימותרפיה), ונועד להבטיח ולשפר שליטה מקומית ולמונע את חזרת גידול. לדוגמה: לאחר למפקטומיה בסרטן שד מוקדם, וטיפול קרינתי משלים לאחר טיפול כימי בלימפומה.

4. פליאציה - טיפול רדיותרפיה במקרים בהם הגידול אינו ניתן לריפוי. במקרים אלו הקרינה ניתנת לשם מניעה ו / או שיפור תסמינים כגון: כאב, דימום, חסימת דרכי נשימה, לחץ על עמוד השדרה, כמו גם במקרה של הופעת גרורות מוחיות (Gerber & Chan, 2008).

קרינה מייננת יכולה להינתן באינדקציות נוספות ברפואה, כמו לאחר ניתוח לתיקון שבר בעצם הירך לשיפור האיחוי, ובקרדיולוגיה.

גורמים המשפיעים על החלטה לטיפול

אונקולוג המתכנן טיפול קרינתי מתייחס בראש ובראשונה למטרת הטיפול (ריפוי, מניעה, פליאציה) ולתופעות הלוואי האפשריות. כמו כן ישנה התייחסות לתוחלת החיים (הנגזרת מהאבחנה, משלב המחלה, הפרוגנוזה הצפויה וגיל החולה), לגילו ומצבו הכללי של המטופל, לרצונותיו, ולהסכמתו לקבלת הטיפול. משתנים אלו חייבים להיקבע לפני תכנון הטיפול.

טיפול פליאטיבי ניתנת בדרך כלל כמות קרינה המספיקה ליצור הטבה בסימפטומים, או מביאה להפסקתם. לשם ריפוי יש צורך בכמות רבה של קרינה, ולכן משכה רב יותר, התכנון לטווח ארוך מורכב יותר, והסיכונים לתופעות לוואי חריפות ומאחרות רב יותר. כמו כן ישנם גידולים המגיבים היטב לקרינה מייננת, כמו סרטן האשכים ולימפומה, ולכן נדרשת כמות קרינה פחותה מזו הנדרשת לגידולים עמידים יותר, כמו גידולי הלוע וצוואר הרחם.

אפקטים ביולוגיים של קרינה מייננת

רדיוביולוגיה היא אספקט של רדיותרפיה הבוחן את עקרונות הביולוגיה של יונקים, עם אפקטים כימיקלים ופיסיקליים של קרינה מייננת. עקרונות הרדיוביולוגיה מהותיים לתכנון והפקת תועלת מירבית מרדיותרפיה.

לטיפולים הראשונים להרוס תאים אלו, וכך התאים
ההיפוקסיים שוב מקבלים אספקת חמצן ודם והופכים להיות
רגישים לקרינה (Hilderley, 1997).

פרקציונציה

פרקציונציה הינה חלוקת סך הקרינה שנקבעה למנות יומיות
קטנות. ידוע כי מנת קרינה מייננת יוצרת אפקט רב יותר על
רקמה, מאשר אותה מנה כללית המחולקת למספר מנות
(פרקציונציה), אולם החלוקה למנות הכרחית על מנת לחסוך
פגיעה ברקמה הבריאה. ישנם מקרים בהם מנות ניתנות
פעמיים ביום – אז תהיה הפסקה מינימלית של שש שעות בין
טיפול לטיפול. טיפול יכול להינתן גם פעם ביומיים או שלושה,
כאשר נדרשת פרקציה במינון גבוה, לצורך ריפוי הרקמה.
מטרת הפרקציונציה היא למצוא איזון עדין בין מתן מינון
המספיק להרס הגידול, ולאפשר בד בבד לרקמות הבריאות
בסביבה להחלים בין הטיפולים. האפקט של הקרינה על
הרקמה תלוי גם במינון לפרקציה וגם במסגרת הזמן הכוללת
בו ניתנת הקרינה, בנפח הקרינה ובסוג הרקמה המקבלת
את הקרינה (קרינה לרקמת שריר שונה בתגובתה מקרינה
לריריות). הפרקציונציה הסטנדרטית לטיפולים רדיקליים היא
Gy 2-1.8 חמש פעמים בשבוע. מסגרת קרינה זו נקבעה
לאחר שנות מחקר והיא הבסיס לרדיותרפיה קורטיבית
(Hilderley, 1997; Watkins Bruner, Hass, & Gosselin-)
(Acomb, 2005).

בנוסף לפרקציה המקובלת הניתנת חמישה ימים בשבוע,
קיימות עוד מספר צורות למתן הפרקציות במטרה לשפר
תהליכי ריפוי:

היפרפרקציונציה - מתארת פרקציות בנות מינון נמוך יותר
בכל מנה, אך ניתנת פעמיים ביום. פרקציונציה מוגברת זו
נועדה לאפשר מתן מינון גבוה יותר של קרינה, כדי לטפל
בגידולים אשר מתרבים במהירות (כמו גידולי ראש צוואר).

היפופרקציונציה - הינה מתן פרקציות במינונים מעל
הסטנדרט או במסגרת זמן ארוכה יותר, למשל במצב חירום
אפשר לתת פרקציה פליאטיבית בודדת של Gy 8 כדי לטפל
בגרורה גרמית הגורמת כאב עז אקוטי. אדם אחר יקבל לאותו
איזור Gy 30 בעשר פרקציות, כלומר כל מנה בת Gy 3. נדמה
שהאדם השני קיבל יותר קרינה, אבל מבחינה רדיוביולוגית
שתי המנות שוות ערך (Hilderley, 1997).

מכשור

רוב טיפולי הקרינה ניתנים על ידי מאיץ קווי רפואי. המכשיר
הרווח כיום מאפשר מתן קרינה מדויקת לאזור המטרה,
תוך הפחתת מנת הקרינה הניתנת לאיברים הסמוכים,
כדי לא לגרום לרעילות קרינה ואף למוות. הוא מאפשר
מספר רב של אופציות תכנוניות, שעיקרן מתן קרינה טיפולית
מדויקת לאזור המטרה.

1. Repair – תיקון התאים או הרקמות מפגיעה סובלטית
(תת קטלנית) של קרינה, מתחיל 4 – 6 שעות לאחר הקרינה.
מנגנון התיקון טבוע בתא. תאים בריאים יכולים לתקן עצמם
בין מנות יומיות. גם תאי גידול יכולים בהתחלה לעשות זאת,
אולם ככל שהטיפול מתמשך הם נכשלים לתקן עצמם, מכיוון
שתאי גידול אינם בוגרים או בשלים מספיק מעצם טיבם,
ומנגנון התיקון שלהם לכן לקוי יותר. לעמוד השדרה מנגנון
תיקון איטי במיוחד, לכן הפסקות בין המנות לעמוד השדרה
צריכות להיות בנות 8 שעות.
לו היינו נותנים את כל מנת הקרינה בבת אחת במנה אחת,
מנגנון התיקון של התאים הנורמאליים היה נהרס גם הוא, לכן
הקרינה מחולקת בדרך-כלל למנות (פרקציות), עליהם נדון
בהמשך.

2. Repopulation (Repopulation) – במהלך הרדיותרפיה
מתרחשת התרבות תאים. לגבי תאים ממאירים התרבות
מחדש זו נחסמת חלקית, על ידי אפקט הרס התאים של
הרדיותרפיה (לא כך לגבי תאים נורמאליים). זמן הכפלה
פוטנציאלי של גידולים מסוימים (למשל גידולי ראש צוואר או
סרטן צוואר הרחם) יכול להתקצר ליומיים, לכן יש לקצר ככל
האפשר את מהלך הרדיותרפיה. זמן שכפול מחדש של תאי
גידול יכול להשתנות במהלך הרדיותרפיה. הוא יכול להיות
איטי (בשל היפוקסיה), אך זמן מה לאחר מכן שכפול התאים
(Repopulation) מואץ. יש לקחת את שכפול התאים בחשבון
בעת תכנון הקרינה, כלומר לקחת בחשבון הפסקות כמו חגים
למשל.

גם תאים של רקמה נורמאלית משוכפלים - זהו מנגנון
המפחית תופעות לוואי אקוטיות, למשל מקרינה של העור
או הריריות. תוכניות הקרינה חייבות לאפשר מצד אחד
זמן רגנרציה לרקמות המגיבות באופן אקוטי, ומצד שני לא
לאפשר זמן שכפול לתאים החולים.

3. Redistribution – לתאי הגוף קיימת רגישות שונה
לקרינה בחלקים השונים של מעגל החיים של התא. הרגישות
הגבוהה ביותר לקרינה היא בפאזה המיטוזה. שלבי חלוקת
התא מתרחשים באופן בלתי תלוי בקרינה, אך פיזור הקרינה
(החלוקה לפרקציות) בשלבים השונים של מעגל חיי התא,
מאפשר להביא בכל פעם תאים אחרים להיפגע בשלב הרגיש.

4. Reoxygenation – נוכחות או העדר חמצן בתא משפיע
על האפקט הביולוגי של הקרינה. ככל שתא מחומצן יותר
(מעל אנוקסיה), האפקט הביולוגי של קרינה מייננת יהיה רב
יותר. חמצון מחדש (Reoxygenation) הוא התהליך בו תאים
היפוקסיים נעשים שוב מחומצנים לאחר הקרינה, בשל הרס
והסרה של תאי גידול מחומצנים הרגישים לקרינה. אפשר
לדמות זאת לקילוף שכבות בצל.

תאי סרטן מתרבים מהר ויוצרים כלי דם עוקפים לאספקת
דם. התוצאה היא גידול עם מרכז נקרוטי ללא אספקת דם,
מה שגורם לו להיות עמיד לקרינה. פרקציונציה מאפשרת

הקרינה לפי צורת הגידול ודחיסותו. IMRT הינו טיפול דינמי, הדורש מערכות בקרת איכות מתקדמות וצמודות. שיטה זו מגבירה את דיוק הטיפול, ומפחיתה קרינה לאזורים סמוכים (Goitein, 2008; Hogle, 2006). שדרוג נוסף שישפר אף יותר את הדיוק בטיפול נעשה בימים אלה, ומאפשר IMRT תוך כדי תנועת זרוע המאיץ בקשת, בסיבוב של שלוש מאות שישים מעלות סביב החולה, שנקרא Rapid Arc.

דיויכורוגיה סטראוטקטית - Stereotactic Radiosurgery זוהי שיטה של מתן טפול קרינתי חד פעמי ומדויק במינון גבוה, על-ידי מאיץ קווי. במסגרת הטיפול נעשה שימוש בקרן ממוקדת, המופנית לאזור מטרה במוח, לטיפול בגידולי מוח, מחלות כלי דם במוח, הפרעות תפקודיות ועוד. זוהי שיטה המשמשת לעתים חלופה לניתוח, במקרים בהם הוצאה של הנגע קשה או בלתי אפשרית, וכטיפול ראשוני במקרים אחרים (Hogle, 2006).

Sterotactic Body Radiation Therapy - SBRT - הליך דומה לטיפול במערכת העצבים המרכזית, אלא שהוא ניתן לחלקי גוף אחרים כמו לדוגמה לגידולי הריאה והלבלב. הטיפול ניתן בדרך כלל בשלוש עד חמש פרקציות, כאשר כל טיפול יכול להמשך כשעה ויותר. קיימת חשיבות רבה למיקום ומניעת תנועה מהחולה בזמן הטיפול. אלה יכולים להיות מושגים באמצעות מיקום נקודות ציון מוקדמות בגוף החולה (דוגמת גרגרי זהב) ו/או שימוש במסגרות קשיחות המקלות על שכבת החולה בתנוחה קבועה (Gerber & Chan, 2008).

בטיחות קרינה

- בטיחות בקרינה עומדת על שלושה כללי יסוד:
- 1. זמן** - ככל שהשהיה בקרבת מקור הקרינה קצר יותר, החשיפה לקרינה קטנה יותר.
 - 2. מרחק** - ככל שמתרחקים ממקור הקרינה, החשיפה לקרינה קטנה ביחס ישר למרחק בריבוע.
 - 3. מיגון** - שימוש בחומר בולע קרינה בין מקור הקרינה לאדם, מקטין את החשיפה לקרינה (למשל לוח עופרת). צוות הקרינה מנוטר באופן שוטף לגבי מידת החשיפה שלו לקרינה.

כאמור, מרבית הטיפולים ניתנים על-ידי מאיץ קווי. הקרינה מופקת מהמאיץ בעת הטיפול, אך מיד כשמופסקת פעולת המאיץ, אין יותר קרינה באזור. המטופל אינו "נושא" קרינה כלשהי, כך שיכול להימצא בחברת משפחתו בלא חשש פגיעה בהם. מותר אף לקיים יחסי מין, ללא פגיעה בבן/בת הזוג (Watkins Bruner, Hass, & Gosselin-Acomb, 2005).

מהלך הטיפול הקרינתי

1. פגישה עם רופא אשר סוקר את ההיסטוריה הרפואית של החולה, בודק את מצבו הנוכחי, מחליט, קובע ומתאר את

בשנות השבעים-שמונים הקרינו איזור טיפול או אברי מטרה תוך הגנה על האיברים שאינם אמורים לקבל קרינה, על ידי יציקות עופרת שהושמו בתוך מכשיר הקרינה, בתוך שדה הקרינה. בהמשך התקדמה הטכנולוגיה למתן טיפול קונפורמלי, כלומר מתן מספר שדות (כיווני קרינה) מצומצמים הממוקדים למטרה. התכונים הם תלת ממדיים ונעזרים ב-CT.

יחידות מדידת הקרינה

יחידות המדידה בעבר נקראו RAD-Radiation Absorbed Dose. כיום יחידת זוהי כמות האנרגיה שנספגת ביחידת מסה אחת. כיום יחידת המדידה המקובלת נקראת Gray, Gy - או centiGray - cGy. $1\text{Gy}=100\text{ cGy}=100\text{ rad}$ (Watkins Bruner, Hass, & Gosselin-Acomb, 2005).

שיטות ויחידושים

בשנים האחרונות חלה התקדמות נוספת שמאפשרת טיפול מדויק אף יותר, המתייחס למיקום היומיומי של החולה בעת הטיפול. אמנם החולה ממוקם באופן קבוע יחסית בעזרת נקודות לייזר, אך טכנולוגיות חדשות הוספו כדי לדייק אף יותר במיקום איזור הטיפול.

IGRT - Image Guided Radiotherapy - המערכת מצלמת את החולה לפני הטיפול, משווה עם הצילומים שנעשו בסימולציה או בעת התכנון במחשב, ויכולה להתאים את מתן הטיפול לפי המיקום המדויק לאותו יום, תוך התחשבות בתנועת האברים בגוף החולה ותנוחתו (Hogle, 2006).

RPM - Real Time Position Management - מערכת המאפשרת לתאם את מיקום הגידול ביחס למעגל הנשימה. מצלמה אינפרא אדומה עוקבת אחר מרקר על גוף המטופל, ומודדת את דפוס הנשימה וטווח תנועת הנשימה. כאשר הגידול נמצא בחלק הרצוי במעגל הנשימה ניתנת הקרינה. מערכת זו, הרלוונטית לטיפול בשד, בריאה, בלבלב ועוד, מאפשרת לתת שדות קרינה קטנים יותר ומדויקים יותר.

גרגרי זהב - ישנם מערכות שעוקבות אחר סמנים בגוף, כמו למשל גרגרי זהב בסרטן הערמונית. משתילים את גרגרי הזהב לערמונית לפני הטיפול, ובהמשך הסימולציה והטיפול ניתנים לפי מיקום הגרגרים המסמנים את מיקום הגידול בערמונית (מיקום הגידול עשוי להשתנות במצבים של לפוחית שתן מלאה או ריקה, מעי מלא או ריק). המערכת עוקבת אחר המיקום לפי הסמנים ונותנת טיפול בהתאם.

IMRT - Intensity Modulated Radio Therapy - מערכת עלעלים הממוקמת בראש המכונה ומאפשרת לתת עוצמות שונות של קרינה, בחלקים שונים של השדה לפי תכנון מראש. יש אפשרות לתכנן אזורים חמים יותר (כלומר עם רמת קרינה גבוהה יותר), שם מסת הגידול גדולה וצפופה יותר. הטיפול ניתן מכיוונים ובשדות רבים, כאשר בכל כיוון אפשר לוסת את

סיכום

רדיותרפיה ממשיכה להיות חלק חשוב ועיקרי בטיפול במחלת הסרטן. מטרת הטיפול בקרינה היא שליטה בגידול הממאיר, הקטנת הקרינה למינימום לרקמות הבריאות המקיפות את הגידול, שימור איברים והפחתת רעילות הטיפול לטווח הקצר והארוך.

מחקר בתחום הרדיוביולוגיה, תכנונים ממוחשבים ופיתוחים טכנולוגיים ממשיכים להוביל את התפתחות התחום. השימוש בטיפולים משולבים, בנוסף לטכנולוגיות החדשות, הקטין את הצורך בניתוחים כירורגיים נרחבים ואפשר שימור אברים. האחות שמעניקה טיפול לחולה האונקולוגי נדרשת להבין את הרדיו ביולוגיה, הפיזיקה של הקרינה והיחידושים הקיימים, שהם מהווים את אבן היסוד של תחום התמחות זה. הבנת כל אלה תאפשר לאחות להכיר התהליך אותו עובר החולה המקבל טיפול בקרינה, את הבעיות הצפויות והקיימות של החולה, ולהעניק לו ולמשפחתו טיפול איכותי ומקצועי.

תודות רבות לד"ר דרור אלעזרא ולד"ר עינב גל-ים על הארותיהם והערותיהם.

מקורות

גרדין, ש. (1993). טיפול קרינתי. סיעוד אונקולוגי, ג(1), 15-20.

Gerber, D. E., & Chan, T. A. (2008). Recent advances in radiation therapy. *American Family Physician*, 78(11), 1254-1262.

Goitein, M. (2008). *Radiation Oncology: A physicist's-eye view*. Springer Science + Business Media, USA, 177-178.

Hilderley, L. (1997). Principles of teletherapy. In: K. H. Dow, J. D. Bucholtz, R. Iwamoto, V. Fielser, & L. Hilderley. *Nursing care in radiation oncology* (pp.6-20). USA: Saunders.

Hogle, W. P. (2006). The state of the art in radiation therapy. *Seminars in Oncology Nursing*, 22(4), 212-220.

Watkins Bruner, D., Hass, M. L., & Gosselin-Acomb, T. K. (ed). (2005). *Radiation oncology nursing practice and education* (3 ed). Oncology Nursing Society, pp 14-15.

הטיפול הצפוי. כמו כן מתבקש המטופל לחתום על טופס הסכמה.

2. פגישה עם אחות הקרינה, להעמקת המידע אודות הטיפול, מהלכו, השפעותיו ודרכי ההתמודדות.

3. סימולציה=הדמיה: היא לב התהליך הטיפולי, והשלב הראשון של התכנון הממשי של הקרינה. בשלב זה מודגם באופן מדויק האזור המיועד לקבל קרינה, בדרך כלל על ידי מכשיר CT. בתהליך מסומן המיקום המדויק של המטופל יחסית למכונה, על ידי לייזר שממוקם בקיר וסימון נקודות קרקוע בגוף המטופל, וכן מסומנות נקודות התייחסות המשמשות בסיס לתכנון הקרינה.

4. המתנה – בזמן זה, שנמשך כעשרה ימים עד שבועיים, עוסקים הרופא המטפל והפיזיקאים בתכנון ובחישובים מדויקים של הטיפול. זהו תהליך מסובך ומורכב. למעשה הטיפול "נפתר" למידת החולה – לעולם לא קונפציה – כדי שיתאים למשתנים הייחודיים המתאימים למטופל: מיקום הגידול, צורתו, נפחו וכדומה.

5. לעתים, בעיקר במקרים דחופים ולצורך פליאציה, הטיפול ניתן אף באותו יום או תוך מספר ימים מועט.

6. קבלת הטיפול - הטיפול בקרינה ניתן חמישה ימים בשבוע. בהתאם למטרת הטיפול וסוג הטיפול יכולה הקרינה להינתן תוך שימוש במספר פרקציות בודדות או ביצוע כארבעים פרקציות, כמו למשל בטיפול בסרטן הערמונית. בהתאם לטכניקה הנמצאת בשימוש אורך הטיפול נע בין שתיים שלוש דקות במתן טיפול קונבנציונאלי, כעשרים דקות בשימוש ב-IMRT וכארבעים דקות ויותר כאשר נעשה שימוש ב-SBRT. הטיפול הקרינתי עצמו אינו מכאיב, אולם יכול להיות מלווה בתחושת אי נוחות הנגרמת כתוצאה מהאמצעים השונים המשמשים לקיבוע.

תוכנות לוואי

שינויים מקומיים בעור באזור המוקרן ותחושת עייפות עלולים להופיע אצל חולים רבים המקבלים טיפול קרינתי. תופעות נלוות אחרות, קשורות לאיבר האנטומי המקבל את הקרינה. לדוגמא, כאשר הקרינה ניתנת לאזור הבטן התחתונה, תופעות הלוואי הצפויות הן שלשול, בחילה והקאה. כאשר הקרינה ניתנת לאזור הראש והצוואר, תופעות הלוואי הנלוות בנוסף לתגובה בעור הן יובש בריריות הפה וכדומה.

מרבית מתופעות הלוואי החריפות נעלמות כעבור כחודשיים מסיום הטיפול, למרות שיש תופעות שהופכות להיות קבועות. תופעות לוואי מאוחרות עשויות להופיע חודשים ושנים לאחר סיום הטיפול בקרינה, ולרוב קשורות לאיבר האנטומי שקיבל את הקרינה (גרדין, 1993; 2008; Gerber & Chan).