# פרויקט הקורס- מרפאה לבריאות השד

## 1 רקע

סרטן השד הינו תופעה שכיחה בקרב נשים ברחבי העולם. אצל כ-%95 מהנשים עם סרטן שד במצב התפשטות התחלתי, ניתן לזהות גרורות אף ללא ראיות מקרוסקופיות ברורות. זיהוי חולי סרטן השד בשלב מוקדם מאפשרת בחירה בגישת הטיפול הטובה ביותר שניתן להעניק ובשל כך מוביל לתוצאות החלמה טובות יותר. מרפאת מירב[[1]](#footnote-1), הנה מרפאה לבריאות השד בבית החולים תל השומר. המרפאה הינה מרפאה רב מקצועית לאבחון ולמעקב של מחלות שד, בכל הגילאים, תוך מתן דגש על רפואה מונעת וגילוי מוקדם של סרטן השד. ייחודיותה בארץ בהענקת מעטפת כוללת של שירותים במקום אחד וקבלת תשובות סופיות מידיות. במרפאה יש צוות רפואי הכולל כירורגים, רדיולוגים, גינקולוגים, כירורג פלסטיקאי, גנטיקאי, אחים וטכנאי רנטגן. המרפאה נותנת מענה לצרכים כמו כירורגית שד, בדיקות הדמיה, ביופסיות שד והוצאת גושים, מעקב לנשים בסיכון גבוה הנושאות את הגן BRCA, פלסטיקה של השד ושימור הפריון. הצוות הרפואי מסייע בתהליכי קבלת ההחלטות ובתיאום בין המטפלים השונים במרכז ובבית החולים. השירות לנבדקות ניתן במפגשים אישיים, בשיחות טלפוניות ובמיילים, בשגרה ובמקרים דחופים.

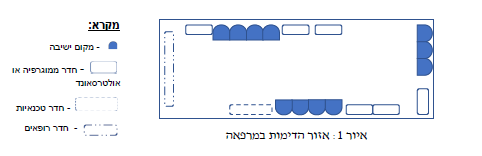
במהלך 2018 בוצעו במרפאה שני פרויקטים של בחינת ייעול אפשרי של תהליכים על ידי צוותים של אוניברסיטת בן גוריון: *יעל ולדר ויובל אריה "ייעול תהליכים במרפאה לבריאות השד", 2018 ואפרת טביבי, טלי פלביץ' וטל רפופורט "ייעול ניהול התורים במרפאת מירב באמצעות תוכנה ייעודית", מנחים סיגל ברמן ויובל ביתן. הפרויקט הנו*כחי פותח על סמך עבודות אלו על ידי *צוות קורס סימולציה 2019 (סיגל ברמן, עומר צורבל, אור בר-שירה והדר לקריץ). כחלק מהתאמת הפרויקט לקורס שונו פרטים ותהליכים שונים. בעלות התפקידים והנבדקות מתוארות כולם בלשון נקבה אולם הכוונה לכל המגדרים.*

## 2 מרפאת בריאות השד

במרפאה לבריאות השד הוחלט לבחון אפשרויות לייעל את התנהלות המרפאה. צוות הסימולציה של קורס סימולציה במחלקה להנדסת תעשייה וניהול באוניברסיטת בן גוריון נבחר על מנת לבחון את הפעילות במרפאה באמצעות סימולציה. יש לבחון את התהליכים במרפאה על פני יום פעילות.

### 2.1 מבנה המרפאה

המרפאת מחולקת למספר אזורים: MRI, דימות וכירורגיה ובהם מתבצעים התהליכים הקשורים לאותו האזור כאשר הפניית המטופלים לאזור המבוקש נעשה מעמדת הקבלה הנמצאת במרכז המרפאה. בפרויקט עליכם לסקור רק את אזור הדימות בו מתבצעות הבדיקות ממוגרפיה ואולטרסאונד. באזור זה נמצאים חדרים המיועדים לממוגרפיה ולאולטרסאונד וחדרי טכנאיות ורופאות (איור 1).



**רופאות**

### 2.2 דימות שד

**ממוגרפיה** היא צילום רנטגן של השדיים. הצילום נעשה במכשור המפיק צילומים עם כמות קרינה נמוכה מאוד. בבדיקת ממוגרפיה שגרתית מתבצעים ארבעה צילומים, שניים לכל שד. פענוח הבדיקה נעשה על ידי רופאה רדיולוגית המומחה בהדמיית שד. לעתים, לאחר שהרופאה המפענחת בודקת את הצילומים, נדרשים צילומים נוספים. ברוב המקרים הסיבה לכך היא טכנית – התנוחות השגרתיות לא מספיקות להדגמה מלאה של כל רקמת השד. את תוצאות הבדיקה מקבלים מהטכנאית לאחר פענוח שנעשה על ידי רופאה רנטגנולוגית המומחה בהדמיית שד. תוצאות בדיקת הממוגרפיה הן מוגבלות ומומלץ לעבור גם בדיקת אולטרסאונד.

**אולטרסאונד תלת-ממד** Automated breast volume scanner -ABVS)) מאפשר סריקה אוטומטית של השדיים ושחזור ממוחשב של נפח השד. טכנאית מנוסה בתחום דימות השד מכינה את הנבדקת לבדיקה, והיא מבוצעת ומפוענחת על ידי רופאה. בדיקת האולטרסאונד אינה מתאימה לנשים בעלות שדיים גדולים, שתלי סיליקון בשדיים ונשים לאחר כריתת שד מלאה.

### 2.3 סוגי נבדקות

אל המרפאה מגיעות נבדקות אותן ניתן לשייך לארבע קבוצות שונות: נשאיות הגן BRCA , נבדקות "סקר", נבדקות "סימון" ונבדקות המאושפזות בבית החולים .

**נשאיות של גן BRCA**- ישנם מספר גנים, הנושאים מוטציות מולדות, אשר מגדילות את הסיכויים להופעת סרטן השד. כיום, ידוע לנו, כי הגורם השכיח ביותר להופעת סרטן השד התורשתי, מצוי במוטציות המצויות בשני גנים, הנקראים BRCA1 ו-BRCA2 (גנים אשר ממלאים תפקיד של תיקון נזקים לחומר התורשתי של התא).

**נבדקות סקר –** בהתאם להחלטת נציבות שירות המדינה, נבדקות שגילן 46 ומעלה, זכאיות לבצע בדיקות תקופתיות בכל המכונים המבצעים בדיקות סקר תקופתיות ברחבי הארץ. בדיקות סקר מיועדות לאבחון מחלות ומעקב שנתי. איתור המחלה בשלב מוקדם או בטרם התפרצותה מאפשר טיפול יעיל יותר ומגדיל את הסיכויים לריפוי.

**נבדקות המאושפזות בבית החולים**– מטופלות שמאושפזות בבית החולים ומתבקשות לעבור בדיקות במרפאה/אבחנות על מנת לשלול ממצאים שקשורים למחלקה בהן הן מאושפזת. הן נשלחות למרפאה במהלך היום ללא שיבוץ מראש.

**נבדקות "סימון"**- מטופלות שעתידות לעבור ניתוח כריתת שד המגיעות כ-24 שעות לפני הניתוח למרפאה כדי שהרופאה תסמן את האזור בו יתבצע הניתוח. את הסימון מבצעים באמצעות ממוגרפיה או אולטרסאונד כתלות באזור בו ממוקם הגוש ובתנאי הנראות.

### 2.4 תיאור התהליכים במרפאה

המרפאה פעילה חמישה ימים בשבוע בשעות 8:00-13:00 ועד סיום הטיפול בכל הנבדקות שהגיעו באותו היום. במהלך שעות העבודה יש עבור פעילות הדימות מזכירה, ארבע רופאות וארבע טכנאיות. כל רופאה מצוותת לטכנאית ספציפית שעובדת יחד עימה ולהן רשימה קבועה מראש של מוזמנות, כאשר שיבוץ הנבדקות לצוות של רופאה וטכנאית מתבצע בסיכוי שווה בין הצוותים. אל הרשימה הקבועה מראש יכולות להתווסף נבדקות המאושפזות בבית החולים באופן שיתואר בהמשך.

כל צוות של טכנאית ורופאה מקבל את רשימת הנבדקות שמיועדות להן בתחילת כל משמרת. בתחילת המשמרת הצוות מתארגן לעבודה במהלך היום. משך זמן ההכנות של הצוות מתפלג על פי הנתונים שבקובץ הנתונים המצורף. ההכנות של הטכנאיות כוללות ארגון ציוד (שמיכות, מגבות וסדינים) במדפים ובחדרי הממוגרפיה והאולטרסאונד. הציוד מחולק בתחילת השבוע על ידי עובדי בית החולים ונמצא במחסן הציוד של המרפאה.

נבדקות אשר מגיעות למרפאה מתקבלות תחילה על ידי המזכירה על פי סדר הגעתן. בעת הגעה הנבדקת לוקחת באופן עצמאי טופס שאלון פרטים אישיים. כאשר היא מסיימת את המילוי ומגיע תורה היא מגישה אותו למזכירה אשר מעדכנת את הפרטים במחשב. המזכירה מוסרת לנבדקת לאיזה צוות רפואי היא שובצה ומה הבדיקות שעליה לעבור. משך זמן מילוי השאלון משתנה בין סוגי הנבדקות. עבור נבדקות BRCA ונבדקות סימון, משך זמן מילוי השאלון מפולג אחיד בין 10 ל-12 דקות. נבדקות "סקר", מגיעות עם השאלון מוכן מראש. נבדקות המאושפזת בבית החולים ממלאות את השאלון בזמן מפולג אחיד בין 5 ל-7 דקות. נבדקת המאושפזת בבית החולים משובצות לצוות שלו התור הקצר ביותר לטכנאית בעת הגעתה. משך השירות של המזכירה מפולג משולשית triangle(3,7,5). לאחר מילוי השאלון והשיבוץ לצוות הרפואי נבדקת מופנית להמתין באזור ההדמיה עד אשר הטכנאית מזמנת אותה לבדיקה (זימון הנבדקת יעשה במידה והטכנאית אליה משובצת הנבדקת פנויה וכן חדר הטיפולים המתאים פנוי). נבדקת נדרשת לבצע בדיקת ממוגרפיה בלבד או בדיקת האולטרסאונד או את שתי בדיקות. הסתברות שיבוץ הבדיקות הינה על פי הנתונים שבפרק הנתונים להלן. במידה והנבדקת נדרשת לבצע את שתי הבדיקות, היא מבצעת ראשית את בדיקת הממוגרפיה ואחר את בדיקת האולטרסאונד.

בדיקת ממוגרפיה - הטכנאית מבצעת אימות של השם ותעודת הזהות של הנבדקת ומבררת פרטים הדרושים לצורך קביעת מספר הצילומים שיש לבצע. למשל האם יש בשד סיליקון או האם הנבדקת עברה ניתוחים כירורגים. לאחר מכן הטכנאית מסתירה בעזרת מדבקות צלקות ונקודות חן במידה ויש ומבצעת את הצילומים תוך כדי הסבר מפורט לנבדקת על הנעשה לפי הנתונים שבפרק הנתונים שלהלן. הטכנאית מעבירה את הצילומים המתקבלים לרופא שמפענח את הצילומים לפי הנתונים שבפרק הנתונים להלן. הנבדקת יוצאת להמתין בחדר ההמתנה לקבלת תשובה סופית של הרופאה. ב-30% מהמקרים הרופאה מבקשת לבצע את בדיקת הממוגרפיה שנית בשל ראות לא טובה או אי בהירות לגבי ממצאי הבדיקה והנבדקת עוברת שוב את ההליך (ניתן להניח שמשך התהליך החוזר מפולג כמו משך התהליך הראשון). נבדקת תבצע לכל היותר שתי בדיקות ממוגרפיה. במידה והנבדקת אינה נדרשת לבדיקת אולטרסאונד היא ממתינה בחדר ההמתנה לפענוח של הרופאה ולקבלת עותק קשיח של הבדיקה מידי הטכנאית. בכך מסתיים ביקורה במרפאה. במידה והנבדקת ממשיכה לבדיקת אולטרסאונד היא אינה מחכה לתשובת הרופאה אלא ממשיכה לבדיקה והיא תקבל את התשובה בסוף התהליך יחד עם התשובה של בדיקת האולטרסאונד.

בדיקת אולטרסאונד - הטכנאית מאמתת את שמה של הנבדקת ומנחה אותה לחדר הלבשה צמוד בו תוכל להניח את הבגדים ולמקום בו נמצא נייר הנדרש על מנת להתנגב לאחר סיום הבדיקה לפי הנתונים בפרק הנתונים שלהלן. הטכנאית יוצאת מהחדר והנבדקת מתארגנת וממתינה בחדר להגעת הרופאה אשר מבצעת את הבדיקה לפי הנתונים שבפרק הנתונים שלהלן. בסיום הבדיקה, הנבדקת חוזרת לחדר ההלבשה ויוצאת ישירות ממנו לחדר ההמתנה בו היא ממתינה לפענוח של הרופאה ולקבלת עותק קשיח של תוצאות הבדיקה מהטכנאית. במידה והנבדקת עברה קודם לכן בדיקת ממוגרפיה היא תקבל את תוצאות שתי הבדיקות יחד כאשר שתיהן מוכנות. בכך מסתיים ביקורה במרפאה.

## 3 נתונים נוספים

* **כל נבדקת המגיעה למרפאה לפני שעת הסגירה תקבל את כל הטיפולים הדרושים לה עד סופם!**
* במרפאה 4 חדרי אולטרסאונד ו-2 חדרי ממוגרפיה.
* הטכנאיות והרופאות כשירות לבצע את כל הטיפולים המוצעים במרפאה.
* במידה והתשובה של הרופאה מוכנה עבור נבדקת שסיימה את הטיפולים שלה, הטכנאית תעביר את התשובה לנבדקת ורק אחר כך תמשיך למשימתה הבאה. הטכנאית לא תפסיק טיפול באמצע לצורך העברת תשובה.
* עבור הרופאות כתיבת תשובה סופית לנבדקת לאחר סיום הבדיקה (אולטרסאונד או ממוגרפיה) הינה בעדיפות על פני שאר המשימות שלהן. רופאה לא תפסיק משימה באמצע.
* במשך היום הרופאות והטכנאיות יוצאות להפסקה בהתפלגויות המפורטות בסעיף 4.4. היציאה להפסקה הינה רק לאחר סיום המשימה.
* לנבדקות סימון ישנה עדיפות בתור על פני כל שאר הנבדקות כיוון שהזמן הינו מרכיב קריטי בתהליך ההכנה לניתוח.

## 4 נתונים

**טבלה 1 - זמן בין מופעי**

|  |  |
| --- | --- |
| התפלגות מתאימה | סוג הנבדקות |
| Exp(0.097) | מאושפזות בבית החולים |
| Unif (0,4) | סימון |
| Exp (0.0425) | סקר |
| exp (0.798) | נשאיות BRCA |

**טבלה 2 - הסתברות צורך בבדיקות**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| הסתברות (%) | סוג בדיקה | סוג נבדקות |
| 16.30 | ממוגרפיה | **מאושפזות בבית החולים** |
| 41.20 | אולטרסאונד |
| 42.50 | ממוגרפיה ואולטרסאונד |
| 91.70 | ממוגרפיה | **סימון** |
| 0 | אולטרסאונד |
| 8.33 | ממוגרפיה ואולטרסאונד |
| 14.04 | ממוגרפיה | **סקר** |
| 7.10 | אולטרסאונד |
| 78.86 | ממוגרפיה ואולטרסאונד |
| 39.62 | ממוגרפיה | **נשאיות BRCA** |
| 57.70 | אולטרסאונד |
| 2.68 | ממוגרפיה ואולטרסאונד |

**טבלה 3 – משכי שירות**

|  |  |
| --- | --- |
| התפלגות (בדקות) | שם התהליך |
| Gamma (5.7, 0.87) | משך טיפול של ממוגרפיה |
| Gamma (3.01, 1.23) | משך הכנה לאולטרסאונד |
| Gamma (6.91, 0.54) | משך טיפול של אולטרסאונד |
| Gamma (3.77, 0.31) | משך פענוח של הרופאה באולטרסאונד |
| Unif (3,5) | משך פענוח של הרופאה בממוגרפיה |
| Unif( 1,2) | משך מתן תשובה סופית לנבדקת (אולטרסאונד ממוגרפיה) |

**טבלה 4 - הפסקות**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| רופאות | טכנאיות |  |
| Exp(24) | Exp(20) | התפלגות הגעת הפסקה |
| U(4,6) | U(5,7) | משך הפסקה |

## 5 חלופות

*מנהלת המרפאה מעוניינת לבחון דרכים לייעל את פעילות המרפאה. הנהלת בית החולים הקצתה לפרויקט השיפור סכום של לכל היותר 100,000*₪ *עם אופק פרויקט של שלוש שנים (כלומר עלויות מהוונות כוללות למשך שלוש שנים). עליכם לבחון את פעילות המרפאה במתכונתה הנוכחית ולהמליץ על שיפורים אפשריים מתוך האפשרויות הנתונות בטבלה. יש לבחון שתי חלופות למצב הקיים. חשוב כי החלופות יהיו כאלה שהשפעתן הצפויה על פעילות המרפאה הינה מהותית. פרטו את ההנחות שהובילו אתכם לבחינת החלופות שבחרתם ואילו שיפורים ציפיתם לקבל. במידה ומחקר הסימולציה לא יאמת את ההנחות שבבסיס הבדיקה שלכם עליכם להסביר מדוע.*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| חלופה | תיאור | עלות |
| טכנאית מתאמת | הנבדקות ישובצו לרופאות מראש (הסתברות אחידה) אולם לא יהיה ציוות קבוע של טכנאית לרופאה. במצב זה נבדקת תטופל על ידי הטכנאית הראשונה שתתפנה. | 40,000 ₪ |
| שיבוץ דינמי | יישמר הציוות בין טכנאית לבין רופאה אולם הנבדקות לא ישובצו מראש. שיבוץ הנבדקות לצוות רפואי יקבע בעת הגעה למרפאה על פי אורך התור הקצר ביותר. | 40,000 ₪ |
| חדר ממוגרפיה | פתיחת חדר ממוגרפיה נוסף חדש במרפאה (חלק מהציוד קיים משיפוץ קודם). | 60,000 ₪ |
| מזכירה | הוספת מזכירה נוספת לעמדת קבלת נבדקות הדימות. | 30,000 ₪ |
| מדיניות עדיפויות בתורים | שינוי במדיניות העדיפויות (בתורים) לבחירתכם (לא ניתן לשנות את העדיפות לנבדקות הסימון). | 20,000 ₪ |

1. https://www.sheba.co.il/%D7%9E%D7%A8%D7%9B%D7%96\_%D7%9E%D7%99%D7%A8%D7%91 [↑](#footnote-ref-1)