

קווים מנחים לשימוש מושכל בדימות מפרק הברך

תקציר:

הקדמה: מפרק הברך הוא מפרק מורכב ויש בו פתולוגיות מגוונות. הטיפול הנכון בתלונות הקשורות למפרק הברך מחייב שימוש מושכל באמצעי הדימות השונים העומדים לרשות הקלינאי והתחשבות בדיוקם במצב הקליני הנתון, בבטיחות המטופל, בזמינות הבדיקות השונות ובעלותן. מקצת השיקולים הם אוניברסליים ומקצתם משתנים בין מערכות ביטוח רפואי ומקומות שונים. נוכחנו לדעת, כי קיימת אי בהירות לגבי אילו בדיקות ראוי לעשות באילו מצבים.

מטרה: ליצור קווים מנחים לשימוש מושכל באמצעי הדימות השונים.

שיטה: כינסנו רופאים מכל הדיסציפלינות הנוגעות לדימות הברך, וסיכמנו במליאה ובתת-ועדות את היעילות בבדיקות הדימות השונות במצבים הקליניים השונים.

תוצאות: העקרונות המנחים בבדיקות השונות הוגדרו לפי סדר חשיבות; החשובים ביותר הם דיוק הבדיקה במצב הקליני הנתון ובטיחות הנבדק, ורק אחרי שיקולים אלו יש להתחשב בזמינות הבדיקה ובעלותה. כן הוסכם, כי מי שצריך להחליט על הבדיקה הוא הרופא המטפל, שיתיעץ במידת הצורך במומחים מתחום האורתופדיה או הדימות ויודרך בבני הבדיקות השונות. נבנתה טבלה מסכמת הכוללת את המצבים הקליניים השכיחים ואת חשיבות הבדיקות השונות.

דיון וסיכום: לראשונה גובשו בישראל קווים מנחים לשימוש מושכל בבדיקות דימות של הברך, המתחשבים במצבים קליניים ובשיקולי זמינות ועלות הנוכחים לישראל, 2010. קווים מנחים אלו ישמשו רופאים בדיסציפלינות שונות וכן מבטחים רפואיים, ועשויים לשפר את ניהול המטופלים ולחסוך בבדיקות מיותרות.

אהרן ש' פיינסטון*¹
איריס אשד*²
יהודה פרידמן³
יפתח בר¹
צבי בר-סב⁴
יבגני קוז⁵
אליהו אדר⁶
גדעון מן⁷

¹המחלקה לאורתופדיה, מרכז רפואי אסף הרופא, צריפין
²המחלקה לדימות, מרכז רפואי שיבא, תל השומר, רמת גן
³המחלקה לדימות, מכבי שירותי בריאות, תל אביב
⁴המכון לרפואה גרעינית, מרכז שניידר לרפואת ילדים בישראל, פתח תקווה
⁵המחלקה לדימות, מרכז רפואי מאיר, כפר סבא
⁶המחלקה לאורתופדיה, מרכז רפואי וולפסון, חולון
⁷המחלקה לאורתופדיה, מרכז רפואי מאיר, כפר סבא

בשם הקבוצה לכתיבת קווים מנחים לשימוש מושכל בדימות הברך

*תרומתם של שני המחברים הראשונים זהה

*בנוסף למחברים השתתפו מתחום האורתופדיה: גבריאל אגר, יידל ברצי'לון, צ'רלס הווארד, סוזנה הורוביץ, יורם ליטווין ועידו ציון; מתחום הדימות: יעקב אפלבוים, גבריאל ברטל, ארנסטו גלזר, משה גרייף, דניאלה מלטיאנו, אליסיה נכטיגל, יעל סרוודיו, גדעון פלוטר ונוגה שבשין; מתחום הרואנטולוגיה: רפי סגל ומשה טישלר; ומתחום הרפואה הגרעינית: עינת אבן ספיר, דוד גרושר, ליאונרדו טרחו, מרדכי לוברבייט, צילה צבס וארנון שוורץ.

תהודה מגנטית; מיפוי ספקט; דימות; משאבים ברפואה; קרינה.
MRI; SPECT; Imaging; Resource utilization; Radiation

מילות מפתח:
KEY WORDS

מקצתם על רקע פגיעות ספורט בצעירותם [5]. לעיתים דווקא באוכלוסייה זו מופיעה מחלה נוספת של הברך הגורמת לספיגת עצם עם התמוטטות הסחוס שמעליה, בשל פגיעה באספקת הדם המקומית (Avasclar Necrosis – AVN) [6].

לדים הם אוכלוסייה מיוחדת שלה מגוון ממצאים שונה לגמרי. רוב הממצאים קשורים בחבלה (30%), בפעילות יתר (28%), ובווריאנטים של גדילת השלד (18%) [7]. ממאיריות נדירות בעצם אופייניות לגילים מסוימים: אוסטיאוסרקומה בבני עשרה וכונדרוסרקומה במבוגרים בני 50 שנה ומעלה. לרוב מאובחנים תהליכים אלו בצילום רנטגן, שלעיתים נתמך בטומוגרפיה מחשבית (ט"מ, CT). בדיקת תהודה מגנטית (תה"מ, MRI) דרושה בעיקר לבחינת גבולות התהליך ואינה מסייעת באבחנה המבדלת.

לכל אחד מאמצעי הדימות יתרונות וחסרונות התלויים בעיקר בשאלה הרפואית בבירור. ניתן להעריך כל אחת מבדיקות אלו לפי רגישות וסגוליות המידע שניתן להפיק ממנה, מידת בטיחותה, בעיקר בנוגע לקרינה מייננת, זמינותה (ונגישותה) ועלותה. הזמינות והעלות משתנות בין מדינות, אזורים ומבטחים רפואיים (קופות החולים). האמצעים העיקריים הנוספים בהם נוקטים היום הם צילום הרנטגן, סקירת העל שמע (US, אולטרה-סאונד), מיפוי עצמות בשיטת SPECT (ובקצרה: מיפוי) ותה"מ – ובאלה אנו מתמקדים בעבודתנו זו.

המטרה בקווים מנחים היא להתוות גישה אחידה המתבססת על רפואה מבוססת ראיות ועל מחקר, או בהיעדר מידע מוכח – על הסכמת מומחים. זה כמה עשורים נמשכת בישראל ובעולם מגמת

הקדמה

מפרק הברך הוא הנפגע ביותר בקרב מבוגרים העוסקים בפעילות ספורטיבית למטרות כושר ונופש [1]. כשליש מסיבות הפנייה על רקע שריר-שלד שמגישי הטיפול הראשוני נתקלים בהן, הן בשל כאב באזור הברך. כאב זה עלול לגרום להפרעה משמעותית בתפקוד בעבודה ובשעות הפנאי ולהשפעות לוואי ארוכות טווח [2]. הברך היא בעלת מבנה מורכב, המאתגרת את המטפל מבחינת האבחון והטיפול. ניתן לצמצם את האבחנה המבדלת הרחבה של כאב באזור הברך על ידי לקיחת אנמנזה מפורטת, ביצוע בדיקה גופנית מכוונת, ושימוש מושכל בדימות ובבדיקות מעבדה.

נבדקים הסובלים מבעיות שונות בברך (כאב, חבלה ועוד) פונים לרופאים במגוון התמחויות כגון רופאי משפחה ורופאים כלליים, רופאי ילדים, אורתופדים, ראומטולוגים ועוד, שכל אחד מהם מבצע בירור שונה ונוקט בבדיקות דימות שאינן המיטביות בהכרח [3]. עם העיסוק הנרחב בענפי ספורט מסוימים בשנים האחרונות, עולה הצורך לאבחן פגיעות חבלתיות במבנים הפנימיים של הברך (סהרונים, רצועות צולבות וסחוסים). השיפורים הניכרים באיכות שיטות הדימות, מחייבים דיון תכוף באמצעי הדימות המתאים והיעיל לבירור הפתולוגיות השונות של הברך, ובהיררכיה המיטבית בהתקדמות הבירור.

הגורמים הלא חבלתיים לכאב בברך כוללים שינויים ניווניים (אוסטיאוארטריטיס), כאשר בארצות הברית, 50% מהאוכלוסייה מפתחים שינויים ניווניים תסמיניים של הברך עם הזדקנותם [4],

המפרט את כמויות הקרינה הכרוכות בבדיקות הדימות השונות (טבלה 2). הטבלה נשלחה לגופים שיוצגו בצוות החשיבה ופורסמה על ידי ההסתדרות הרפואית כ"הנחיות קליניות", מטעם האגף לאיכות ברפואה של ההסתדרות הרפואית [8].

דיון

היזומה להסכמה רב-תחומית בנושא בדיקות הדימות של הברך הייתה מטעם החברה הישראלית לכירורגיה של הברך ואתרורוסקופיה – על רקע חוסר הסכמה בין מטפלים ומבטחים (קופות חולים) בנושא האבחון המיטבי במקצת המטופלים. במקרים מסוימים המנתחים המליצו על תה"מ והמבטחים המליצו על מיפוי, אם כחלופה ואם כבדיקה מקדימה. הסיבה לכך הייתה ככל הנראה בשל הסכמים בין קופות החולים לבין מכוני דימות על תעריפים מוזלים למיפויים (לעומת תעריף משרד הבריאות [9]) וזמינות גבוהה שלהם, בעוד שלא ניתן להזיל את עלות התה"מ או לשפר את זמינותה כל עוד המגבלות על מספר המכשירים בישראל בתוקף.

מנתחי הברכיים מעדיפים את התה"מ משיקולים נוספים; לעיתים נזקק המנתח לראות את המבנים הפגומים חזותית, דבר החורג מנתונים חיוביים או שליליים כזוברים, העשויים להיות רלוונטיים לרופא שאינו מנתח, שרק צריך לשלול פגיעה בסהרונים.

מיפוי לעומת תה"מ

העלות הגבוהה של הבדיקות מחייבת מבטחים לפקח על המלצות הרופאים. פתרון אפשרי לבעיה הוא בחינת הרופא הממליץ – המלצת רופא מרמת מומחיות מסוימת תאושר והמלצה מרופא שאינו מומחה לא תאושר. השלכה מיידית תהיה שאלה כיצד מתקדמים אם לא אושרה תה"מ. האם על הקופה להפנות למומחה מתאים? גם כאן קיימת בעיית עלות וזמינות. האם היא צריכה להפנות למיפוי? שאלות אלו מעוררות בעיות אתיות מורכבות.

האחראי לטיפול בחולה ולהשלכות השליליות האפשריות לטיפול ולבירור הרפואי הוא הרופא המטפל. בשאלות אבחנה, עליו לברור את הבדיקה המיטבית ולהתחשב בסיכון בבדיקות השונות [10]. עובדה זו מחייבת את הרופא להכיר את הסיכונים בבדיקות השונות ואת משמעותיותיהם – נושא שעד לאחרונה לא היה בתוכנית הלימודים במרבית הפקולטות לרפואה בישראל ובעולם. חשוב מכך – האחריות לבדיקה הנכונה מוטלת על הרופא וטובת המטופל בלבד צריכה לכוונו. הרופא אינו חולק אחריות זו עם מבטח, והמבטח ודאי אינו יכול ליטול אחריות זו על עצמו משיקולי חיסכון.

ניתן לשקול מיפוי כאשר מתכוונים לשלול פגיעה בסהרונים ואם יעלה חשד לפגיעה כזו, יופנה הנבדק לתה"מ. בפועל, בשיטה זו מתייחסים למיפוי כאלו בבדיקת סקירה וקיימות שתי בעיות בגישה זו; אחת, סקירה צריכה להיות פשוטה, זולה ובעיקר לא מסוכנת. תנאים אלו אינם מתמלאים במיפוי ברכיים. הבעיה השנייה היא היעדר מודל בספרות המוכיח את יעילותה הכלכלית של שיטה זו. מודל כזה צריך להתחשב לכל הפחות בעלויות היחסיות של הבדיקות ובמספר הבדיקות הצפויות מכל סוג, אך המחירים בפועל אינם ידועים. במחירון משרד הבריאות [9] הפער בין המיפוי לתה"מ עומד על כ-25%. בפועל, עלות המיפוי היא כנראה פחות משליש עלות תה"מ. היות שנתונים אלו רלוונטיים רק בישראל, תיקוף בדיקת עלות-יעילות של מודל שימוש מקדים במיפוי חייבת להתבצע בישראל.

יתרון להפניית ההזמנות לדימות ברכיים לרופא מומחה נוגע גם לדיוק הבדיקה. בניגוד לדעה הרווחת שהדיוק (היעדר כוזבים חיוביים וכוזבים שליליים) הוא אינהרנטי לסוג הבדיקה ולמכשור ולפתולוגיה

ישום הנחיות קליניות, והן הופכות להיות חלק משגרת הקלינאי.

שיטות

כינסנו צוות חשיבה שכלל את נציגי: החברה לכירורגיה של הברך ולארתרוסקופיה, האיגוד לדימות, האיגוד לרפואה גרעינית, האיגוד לראוטולוגיה וקופות החולים. המטרה שהותוותה הייתה לגבש קווים מנחים לשימוש מושכל בדימות הברך.

בין ספטמבר 2009 לינואר 2010 התקיימו שישה דיונים בהרכבים שונים, ובין לבין נשלחה תכתובת אלקטרונית בנושא והתקיימו פגישות ביניים של צוותים מצומצמים. נושאים שנידונו בפירוט רב בדיונים כללו:

- התאמת קווים מנחים המוכרים מהעולם למציאות הישראלית (לדוגמה של האיגוד הרדיולוגי האמריקאי – ACR והבריטי – RCR).
- הצורך להתאים את הקווים המנחים לגיל הנבדק.
- חשיבות של המיפוי – האם נכון להעדיפו על פני תה"מ בשל זמינותו.

- סקירת העל שמע בבירור הפתולוגיות של הברך.

בשלב הראשון הגדירו המשתתפים מהן ההסכמות בכל נושא; בהמשך סוכמו הגישות השונות ולאחר מכן התבקשו המשתתפים לאסוף נתונים, להתייעץ בקבוצות דיון ולחזור למליאה. התוצר הסופי שאלין התבקשו המשתתפים להגיע הוא טבלה המדרגת את ערך הבדיקות השונות לפי חשיבותן לקידום האבחון והטיפול (דירוג מ'1 עד 9), ואת הסיכון היחסי שבבדיקה (1 – ללא סיכון, 5 – סיכון גבוה).

תוצאות

לא נותרו נושאים משמעותיים השנויים במחלוקת; המשתתפים הסכימו ברוב הנושאים המפורטים להלן:

- יש להזמין בדיקת דימות כדי לקדם את הטיפול והבריאות של המטופל, אך אין להזמין לבקשת המטופל או למטרת התדיינות משפטית.
- כאשר יש צורך בדימות, צילום נטגן מתאים במירב המקרים כבדיקת דימות ראשונית.
- כאשר יש צורך בהמשך בירור, הרופא המטפל ישקול אם להפנות את הנבדק לרופא מומחה אחר או ימשיך את הבירור עם הקווים המנחים המוצעים.
- שיקולי הזמנת בדיקת דימות מתבצעים לפי סדר חשיבות ברור: דיוק הבדיקה במצב הקליני הנתון, בטיחות החולה, זמינות הבדיקה ועלותה. מי שחילט על כך הוא הרופא המטפל.
- יתרונות המיפוי בתחום הדימות מתבטאים באבחון הפעילות בעצם, ובכך הוא הופך לבדיקה תפקודית יותר, ובהדגמת כל הגוף.
- יתרונות התה"מ ברזולוציה המרחבית ובייצוג החזותי שהיא מעניקה למנתח.
- הרופאים העוסקים בתחום יעמיקו את הידע הנוגע ליתרונותיה וחסרונותיה של כל בדיקה וליעילותה בשאלות הקליניות השונות.
- לסקירת על שמע (US) אין ערך רב בהשוואה לבדיקה של קלינאי מנוסה, בשל המגבלה של יכולת להדגים רק מבנים שטחיים.
- החולט שלא לדרג את מידת הסיכון בבדיקות השונות, ולהשאיר בטבלאות נתונים יחסיים לצילום בית החזה ולקרינת רקע כפי שנעשה על ידי ה-RCR.

בטבלה 1 מרכזות כל בדיקות הדימות של הברך (וכן בדיקות של אזורים סמוכים רלוונטיים) ומובאים מרבית המצבים הקליניים השכיחים. היא מחולקת לשתי תוויות עיקריות: חבלתית ולא חבלתית, לקבוצות גיל, ולשלב הבירור – שלב ראשוני ושלב מתקדם. בטבלה מספר נספחים, ובהם דף ההנחיה לשימוש בה ונספח

טבלה 1:
הנחיות לשימוש מושכל בדימות הברך

א'	תינוקות שטרם הולכים		ילד, מתבגר או מבוגר - בירור ראשוני	
	לא חבלתי	חבלתי	לא חבלתי	חבלתי
צילום ברך	4	9	7	9
צילום ירך ומפרק ירך	7	5	5	5
צילום צד שני	4	4	4	4
CT	1	1	1	2
CTAR	1	1	1	1
MRI	3	7	1	1
MRA	1	1	1	1
US של הברך	3	3	3	1
US של מפרק הירך	1	1	8	1
מיפוי עצמות	6	8	7	2
הערכה רדיולוגית של כלי הדם				

ב'	מבוגר או מבוגר	ילד, מתבגר או מבוגר			
		בירור מתקדם אחר צילום			
		לא חבלתי	חבלתי	לא חבלתי	חבלתי
צילום ירך ומפרק ירך	2	3	1	1	
צילום צד שני	1	1	1	1	
CT	1	5	6	5	
CTAR	1	3	5	1	
MRI	9	9	9	7	
MRA	1	2	1	1	
US של הברך	5	5	1	1	
US של מפרק הירך	8	8	8	1	
מיפוי עצמות	7	8	2	3	
הערכה רדיולוגית של כלי הדם					

חשיבות ביצוע הבדיקות מ-1 (מועטה) עד 9 (מרבית) חלוקה לקבוצות: 1-3 חשיבות נמוכה, 4-6 חשיבות בינונית, 7-9 חשיבות גבוהה

CTAR - ט"מ עם ארתרוגרפיה
MRA - תה"מ עם ארתרוגרפיה

עבלה 1:
הנחיות לשימוש מושכל בדימות הברך

ג' כל גיל, חבלה קשה, MVA, חשד לפריקת ברך	ילד, מתבגר או מבוגר - בתצלום שלהם ממצא גרמי המורה על פגיעה נוספת כגון Femoral Notch sign, Segond, או תלישה של spine		מבוגר, כאב עז, אין AVN, תצלום תקין		
	חבלתי	לא חבלתי	חבלתי	לא חבלתי	
9					צילום ברך
5 צילום אגן אם לא בוצע במיון	1	1	2	1	צילום ירך ומפרק ירך
2	1	1	1	1	צילום צד שני
8 חולה/ פצוע במצב חד יישלח להמשך בירור	1	1	9	1	CT
2	2 אם לא ניתן לבצע MRI	2 אם לא ניתן לבצע MRI	1	1	CTAR
9 החולה יישלח להמשך בירור	9	9	9	8	MRI
1	1	1	1	1	MRA
2 ר' הערה	1 ר' הערה	1 ר' הערה	1 ר' הערה	1 ר' הערה	US של הברך
1	1	1	1	1	US של מפרק הירך
2	1	1	7 חשיבות לניבוי מקור הכאב	8 חשיבות לניבוי מקור הכאב	מיפוי עצמות
7					הערכה רדיולוגית של כלי הדם

הערות	שווה ערך בקרינת רקע טבעית	שווה ערך בתצלומי חזה	קרינה (mSv)	מצב אחר החלפת הברך (AKR)	ד' צילום ברך
רישום ממצא קליני, ממצאי בדיקה גופנית ואבחנה או מבדלת חשויים בכל בקשה להדמיה Tunnel, Axial, Lateral, A-P: אופציונלי צילום A-P יבוצע בעמידה למעט במקרי חבלה	פחות מיומיים	0.5 >	0.01 >	9	צילום ברך
צילום ירך ומפרק ירך המותנה בחשד קליני המלווה בחוסר ממצא דימוטי בברך	חודשיים	20	0.4	1	צילום ירך ומפרק ירך
	פחות מיומיים	0.5 >	0.01 >	1	צילום צד שני
	חודש אחד	50	1	3	CT
	חודש אחד	50	1	1	CTAR
חשוב לזכור כי MRI מתחת לגיל 8 מבוצע בהרדמה. דרישת MRI מחייבת רישום ממצא קליני ואבחנה או מבדלת משוערת: נפיחות ומידתה, רגישות - מידתה ומיקומה, הגבלה בטווחי התנועה, חוסר יציבות, ממצא פטלופמורלי ותוצאת מבחנים מניסקיאליים	0	0	0	3	MRI
	0	0	0	1	MRA
US מומלץ ברוב המקרים לא כבדיקה ראשונית, בחשד קליני לממצא שטחי או חוץ-מפרקי ודלקת האמתחת - בורסיטיס, MCL, נזק גיד פיקה וכדומה	0	0	0	1	US של הברך
	0	0	0	1	US של מפרק הירך
מיפוי עצמות יבוצע תמיד כסריקה כל-גופית. מומלץ לבצע מיפוי רב-שלבי הכולל SPECT כדי להגדיל את רגישות הבדיקה לפתולוגיה של הברך. במרבית ההוריות נדרש מיפוי SPECT. אחר ניתוח החלפת ברך נכון לבצע מיפוי רק כעבור שנה ויותר. מיפוי פלנרי בלבד ניתן לבצע בחשד ל-AVN, שברי מאמץ או תסמונת הילד הצולע - לשיקולו של הרופא המבצע	1.8 שנים	200	4	9 כאשר מיפוי העצמות חיובי וכאשר קיים חשד לזיהום, מומלץ לבצע מיפוי כדוריות לבנות מסומנות או מיפוי גליום 67 (בעדיפות שנייה)	מיפוי עצמות
	2.7 שנים	300	6	1	הערכה רדיולוגית של כלי הדם

חשיבות ביצוע הבדיקות מ-1 (מועטה) עד 9 (מרבית) חלוקה לקבוצות: 1-3 חשיבות נמוכה, 4-6 חשיבות בינונית, 7-9 חשיבות גבוהה

CTAR - ט"מ עם ארתרוגרפיה
MRA - טה"מ עם ארתרוגרפיה

תעסוקת, ולאפשר לרופא המטפל בספורטאי לשקול בהזמנת דימות עם קרינה מייננת שיקולים השונים מאלו שבאוקלוסייה הכללית (וצריך להגדיר מהו ספורטאי מקצועי).

בבניית הקווים המנחים התחשבנו בגורמים נוספים וגם הקלינאי אינו פטור מכך; דוגמה מובהקת לכך היא בדיקת תה"מ בילדים מתחת לגיל שמונה שנים המבוצעת בהרדמה כללית; יש להעריך את יתרונותיה של הבדיקה כנגד הסכנות הכרוכות בהרדמה כללית, ומשום כך דרושה הצדקה גדולה יותר להזמנתה. יש לשקול שיקולים דומים גם בט"מ שבתינוקות וילדים קטנים מחייבת לעתים הרדמה או טטטוש. דווח אף על פגיעות בבדיקות שונות כגון תה"מ, ותמיד יש להביא בחשבון את הסיכון הקיים בחומרי הניגוד השונים המשמשים במקצתן.

לסיכום

ועדת מומחים מתחומים שונים גיבשה קווים מנחים לדימות מפרק הברך על פי התוויות, גילים, דרגות חשד קליני ושיקולי עלות-תועלת של בדיקות הדימות השונות. טבלה 1 מאפשרת להשתמש באופן מושכל בבדיקות הדימות לבירור פתולוגיות של הברך, לבחור את הבדיקה המתאימה ביותר לשאלה הרפואית, ולהימנע מבדיקות מיותרות ומקרינה מייננת שלא לצורך. הטבלה אמורה לשמש בידי הרופאים בקהילה, בבתי החולים ובגופים המבטחים כלי עזר רפואי בגישה למטופל, וכן לקדם דגם דימות אחיד יותר ולהפחית את החיכוך בין החולה, הרופא והמבטח בבחירת אמצעי הדימות המתאים ביותר.

מחבר מכותב: אהרן ש' פיינסטון
 ת"ד 1424, רעות 71799
פקס: 08-9266716
דואר: asff@inter.net.il

ביבליוגרפיה

1. Requa RJ GJ, Adult recreational fitness. In: Caine DJ CC, Lindner KJ, editor. Epidemiology of sports injuries. Champaign, IL: Human Kinetics; 1996. p. 14-28.
2. Daniel DM, Stone ML, Dobson BE & al, Fate of the ACL-injured patient. A prospective outcome study. Am J Sports Med, 1994;22:632-644.
3. Shelbourne KD, The art of the knee examination: where has it gone? The Journal of bone and joint surgery, 2010;92:e9.
4. Murphy L, Schwartz TA, Helmick CG & al, Lifetime risk of symptomatic knee osteoarthritis. Arthritis and rheumatism, 2008;59:1207-1213.
5. Finsterbush A, Frankl U, Matan Y & al, Secondary damage to the knee after isolated injury of the anterior cruciate ligament. Am J Sports Med, 1990;18:475-479.
6. Ahlback S, Bauer GC & Bohne WH, Spontaneous osteonecrosis of the knee. Arthritis and rheumatism, 1968;11:705-733.
7. de Inocencio J, Musculoskeletal pain in primary pediatric care: analysis of 1000 consecutive general pediatric clinic visits. Pediatrics, 1998;102:E63.
8. הנחיות להדמיה של פרק הברך, החברה לכירורגיה של הברך, האיגוד האורתופדי, ההסתדרות הרפואית בישראל; 2011

שמחפשים, הדבר תלוי גם בנסיבות ההפניה. ככל שהסיכוי למצב מסוים גדול יותר, כך עולה ערך הבדיקה. ככל שהחשד למצב מסוים יורד, או שבדיקה נעשית כדי לשלול בעיה לא מוגדרת או כדי "להרגיע" את החולה או את הרופא, כך עולה שיעור הכוזבים החיוביים ('Bayes Theorem') [11]. כך שלטווח הארוך, העברת הזמנות לדימות הנוגעת לסהרונים למומחה מתאים יכולה להיות חסכונית. הסיבה היא, שלעליה בשיעור התוצאות החיוביות הכוזבות יש השפעות שליליות משמעותיות, אם בשל הצורך בבדיקות נוספות, ואם בשל ניתוחים מיותרים המבוצעים עקב תוצאות כוזבות אלו.

קרינה מייננת

מקצת בדיקות הדימות (צילומי רנטגן, ט"מ ומיפויים) כרוכות בחשיפה לקרינה מייננת. כמות החשיפה משתנה בהתאם לסוג הבדיקה וכן על פי הטכניקה והציוד (בעיקר בט"מ). הנתונים הנוגעים לסכנות מקרינה מייננת מבוססים בעיקרם על אקסטרפולציות מנתוני נפגעי פצצות האטום בהירושימה ובגנאסקי, שספגו כמויות קרינה גדולות. קיימת אי בהירות לגבי משמעות הקרינה במינון הפחות מ 100mSv , אך יש מגוון מקורות מידע התומכים בהנחות העבודה המקובלות, ביניהם נתונים על שיעור התפתחות סרטן השד בעוקבה של נערות שנחשפו לקרינה עקב מעקב וטיפול בעקמת [12]. רמת הקרינה בבדיקות שכיחות מפורטת בטבלה הראשונה בהנחיה הקלינית [8].

הקרינה מעלה את שכיחות השאתות השונות של הרקמות המוצקות כולל סרקומות [13] וכן את הליקמיות [14]. מחלות אלו מופיעות 20-30 שנה ממועד החשיפה לקרינה. רקמות ילדים רגישות יותר לקרינה, ולכן יש לנקוט משנה זהירות בהזמנת בדיקות הכרוכות בקרינה בילדים [15]. כן דרושה התחשבות מיוחדת בנשים, ובמיוחד בנשים בגיל הפוריות ונשים הרות (חלק נכבד מהטכנציום מתרכז בכיס השתן, הסמוך לשחלות). בכל מקרה יש לשקול אם המחלה שמבררים אודותיה תחייב בדיקה נוספת הכרוכה בקרינה, או שמא יש סבירות רבה לפגיעה אחרת שתחייב בדיקה נוספת (לדוגמה, בספורטאים או בחיילים).

הגופים השונים בעולם והרגולטורים קובעים שנכון להפחית בחשיפת הנבדקים לקרינה מייננת [10], דבר המיושם בכמה דרכים: שימוש במכשור ושיטות הממזערות את החשיפה; הימנעות מבדיקות מיותרות; ניטור מידות החשיפה וקביעת נורמות חשיפה לבדיקות השונות. על הקלינאי לשקול היטב את חשיבות הבדיקה [10]. אם היא המתאימה ביותר לדעתו לטובת המטופל, עליו להזמין ללא חשש, ובמידת הצורך גם להרגיע את המטופל שכמויות קרינה אלו אינן מסוכנות יחסית לתועלת הצפויה מהבדיקה. אם הקלינאי אינו משוכנע בחיוניות הבדיקה, עליו להיוועץ במומחה בתחום הרלוונטי באורתופדיה או בדימות. רמת הקרינה השנתית המותרת לאוקלוסייה הכללית היא 1mSv . חשיפה זו היא מעבר לקרינת הרקע ($3-4\text{mSv}$). אסור חשיפה שנתית במסגרת תעסוקה תעלה על 20mSv . נתונים אלו אינם רלוונטיים לטיפול רפואי הכולל בדיקות רפואיות ורדיותרפיה. מותר לתת מנות קרינה קטלניות במצבים שבהם זהו הטיפול הנכון. במקרים אלו, על הרופא המזמין להיות בקי בכמויות הקרינה בבדיקות השונות ובמשמעותן. עד לאחרונה לא הייתה הכשרה רשמית בתחום זה ולכן רמת הידיעות נמוכה [16].

שאלה נוספת שלא נענתה היא אם ההתייחסות לספורטאים צריכה להיות שונה מזו של האוכלוסייה הכללית. המנה הגבולית לחשיפה תעסוקתית גבוהה פי 20 מהמותר לציבור הרחב. שאלה איתת, שאין לה תשובה ברורה, היא אם ההתייחס לספורטאי מקצועי כמו לנחשף

¹ Sivert הן יחידות של Effective Dose Equivalent או מנת קרינה מוכללת. הן החליפו את יחידות ה-Rem, ומבטאות את הסיכון הכולל של הקרינה הנספגת בהתחשב ברגישות הרקמות השונות: $1\text{Sv}=100\text{Rem}$.

9. מחירון משרד הבריאות לשירותים אמבולטוריים ולשירותי אשפוז. 2010
10. *Teunen D*, The European Directive on health protection of individuals against the dangers of ionising radiation in relation to medical exposures (97/43/EURATOM). *J Radiol Prot*, 1998;18:133-137.
11. *Barnard GA*, Studies in the history of probability and statistics: IX Thomas Bayes's essay towards solving a problem in the doctrine of chances. *Biometrika*, 1958;45:293-295.
12. *Doody MM, Lonstein JE, Stovall M & al*, Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25:2052-2063.
13. *Samartzis D, Nishi N, Hayashi M & al*, Exposure to Ionizing Radiation and Development of Bone Sarcoma: New Insights Based on Atomic-Bomb Survivors of Hiroshima and Nagasaki. *The Journal of bone and joint surgery*, 2011 Mar 31.
14. *Fazel R, Krumholz HM, Wang Y & al*, Exposure to low-dose ionizing radiation from medical imaging procedures. *N Engl J Med*, 2009;361:849-857.
15. *Kleinerman RA*, Radiation-sensitive genetically susceptible pediatric sub-populations. *Pediatric radiology*, 2009;39 Suppl 1:S27-31.
16. *Finestone A, Schlesinger T, Amir H & al*, Do physicians correctly estimate radiation risks from medical imaging? *Arch Environ Health*, 2003;58:59-61.