

עמוד כותרת:

פעילות גופנית במערך הרפואי לטיפול בחולי סוכרת סוג 2 בישראל והמלצות ליישום

שמות המחברים:

איילת גלעדי¹

איתי גולדפרב²⁻⁴

חורש דור-חיים⁵

מוסד/מרכז רפואי שבו עובד כל מחבר:

¹המרכז הרפואי קפלן, המכון לשיקום לב ומניעת מחלות לב

²אוניברסיטת תל אביב, הפקולטה לרפואה ע"ש סאקלר, ³דרכא בתי ספר, מנחה תחום החינוך

הגופני, ⁴המכללה האקדמית סמינר הקיבוצים, הפקולטה למדעים.

⁵מרכז O2, אגף אד"מ לקדום בריאות ורפואת ספורט, קוסל קמפוס אדמונד ספרא, האוניברסיטה

העברית

מחבר מכותב:

חורש דור-חיים

מרכז O2 לבריאות הגוף והלב בהדסה הר הצופים, ירושלים

מייל: horesh@o-2.co.il

טלפון: 972 (2) 581 0810

נייד: 972 (54) 680 8806

תוכן עניינים:

3	מבוא
3	המנגנונים התורמים לאיזון הסוכר
4	הערכה קלינית ובטיחות כללית של המטופל
5	אימונים מובנים תחת השגחה לעומת אימונים שאינם תחת השגחה
5	פעילות גופנית אירובית לחולי סוכרת
7	אימוני התנגדות לחולי סוכרת
7	אימונים משולבים לחולי סוכרת
8	אימוני גמישות לחולי סוכרת
9	אימוני שיווי משקל לחולי סוכרת
9	אימונים נוספים לחולי סוכרת
11	דגשים ליישום ולבטיחות בתוכניות אימון עבור חולי סוכרת
13	פעילות גופנית בסוכרת הריונית
14	גורמי הסיכון לסיבוכי סוכרת והנחיות ליישום בפעילות גופנית
18	חדשנות וטכנולוגיות דיגיטליות מתקדמות, לניטור אורחות חיים ופעילות גופנית
21	התרומה של תכניות התערבות ברחבי העולם לפעילות גופנית לחולי סוכרת
22	הטמעת תכניות התערבות במערך הרפואי לטיפול בחולי סוכרת בישראל – סקר
23	תשתיות לאומיות והסברה
24	סיכום
25	מקורות

שכיחותה של סוכרת סוג 2 עולה בהתמדה ברחבי העולם וזאת במקביל לעליה בהשמנה, היעדר פעילות גופנית ואורח חיים יושבני [1]. על פי האיגוד האמריקאי לסוכרת (American Diabetes Association), העדר פעילות גופנית, בחולי סוכרת סוג 1 וסוג 2, קשור בעלייה בתמותה מוקדמת [2]. מאידך, שיפור הכושר הגופני האירובי וכוח השריר קשורים בירידה בתמותה עקב מחלות קרדיווסקולריות ומכל סיבה שהיא [3-5].

לפעילות הגופנית תרומה פיזיולוגית משמעותית במניעה של התפתחות מחלת הסוכרת והתמודדות עם מחלה זו [6]. פעילות אירובית מוגדרת כפעילות המערבת קבוצות שרירים גדולות וכוללת פעילויות כגון הליכה, אופניים, שחייה, וריצה קלה. פעילות אירובית בנפח בינוני-גבוה (במשך 150-210 דקות בשבוע לפחות) קשורה בהפחתת הסיכון למחלות קרדיווסקולריות ותמותה ומשפיעה על גורמי סיכון כמו טריגליצרידים, לחץ דם, ובחולי סוכרת גם מורידה ערכי המוגלובין מסוכרר (HbA1c), ותנגודת לאינסולין [6-7].

גם לאימון כוח, כנגד התנגדות, מיוחסים יתרונות בריאותיים רבים לחולי סוכרת, כגון, שיפור פרופיל השומנים בדם, איזון לחץ דם, הפחתה ושמירה על משקל גוף (לרבות שמירה ו/או עלייה במסת הגוף הרזה), הקטנת הסיכון לתחלואה קרדיווסקולרית [7-9], סיוע במניעת והפחתת הסיכונים לסיבוכים כתוצאה מהסוכרת, הפחתת תמותה [2] ותרומה בשיפור התפקוד הגופני, כוח השריר ואיכות החיים [7]. לאימון כוח, בדומה לאימון ארובי, היכולת להוריד תנגודת לאינסולין ומכאן ההמלצה לשלב את שני סוגי האימון לצורך איזון אופטימלי של המאזן הגליקמי. כמו כן נמצא שהירידה המשמעותית ביותר ב-HbA1c הייתה כאשר שילבו את שני סוגי האימון יחד לעומת כל אחד בנפרד [8].

המנגנונים התורמים לאיזון הסוכר

הפעילות הגופנית מסייעת לאיזון הגליקמי הן בטווח הקצר והן בטווח הארוך דרך מנגנונים שונים. במאמץ כניסת הגלוקוז לתאי השריר מתאפשרת גם ללא תלות באינסולין, דרך חלבון glucose transporter type 4 (GLUT4) המשופעל במאמץ דרך כיווץ השריר ומגביר את מעבר הגלוקוז ממחזור הדם לתוך התאים והשפעה זו נשארת שעות לאחר אימון בודד אחד [5-6, 9-10]. התהליך הוא הפיך, כך שהפסקת הפעילות הסדירה תעלה חזרה את מאזן הסוכר [11-12]. מנגנון נוסף קשור בהשפעת הפעילות על הקינטיקה של פעילות (GIP) glucose-dependent insulinotropic polypeptide ועל ה-Glucagon-like peptide-1 (GLP-1), הורמונים אינקרטינים המגרים את תאי בטא בלבב להגביר את הפרשת האינסולין, לעכב שחרור גלוקגון ולדכא תיאבון עד 24 שעות לאחר פעילות גופנית מאומצת [12]. כמו כן,

לפעילות האירובית לטווח הארוך השפעה חיובית גם על תפקוד המיטוכונדריה בחמצון הגלוקוז, בעליה בכמות הרצפטורים לאינסולין, ובהגברת הסיגנלים של האינסולין וסיגנלים תוך תאיים [6-7]. מכאן מובן שלתוכניות התערבות מרחבי העולם שכוללות פעילות גופנית תהיה השפעה מטיבה על חולי סוכרת סוג 2 [13-15].

למרות חשיבות הפעילות הגופנית כמרכיב מרכזי למניעה וטיפול במחלת סוכרת סוג 2, בישראל, עדיין חסרות מסגרות מתאימות לשילוב הפעילות כחלק ממערך הטיפול הרפואי. לפיכך, יש צורך לבחון ולהציג מתווה לתוכנית פעילות גופנית לטיפול בסוכרת סוג 2, בהתאם לקווים המנחים בספרות המקצועית ובהסתמך על היבטים מבניים, ארגוניים ומקצועיים הקשורים בהיענות המטופלים, בטיחותם והתוויות מיוחדות לפעילות גופנית בחולי סוכרת.

הערכה קלינית ובריאות כללית של המטופל לפני תכנית האימונים ובמהלכה (מתוך ספר המועצה הלאומית לסוכרת וה- American Diabetes Association - ADA)

הערכה קלינית לפני תחילת תכנית אימונים אינה הכרחית על פי ה- ACSM ו- ADA לסוכרתיים א-תסמינים אשר מעוניינים לבצע פעילות בעצימות קלה-בינונית, ואשר אינה עולה על דרישות חיי היומיום. יחד עם זאת, מטופלים המעוניינים להעלות את רמת עצימות הפעילות שלהם מעבר להליכה מהירה, או שהינם בעלי סיכון גבוה, מומלץ להפנותם לרופא להערכה קלינית ויתכן אף לביצוע מבחן מאמץ לפני תחילת תכנית האימונים [16-18].

ההערכה הקלינית לפני תחילת תכנית האימונים כוללת תשאול, בדיקה גופנית, בדיקות מעבדה שונות בהתאם לצורך, איתור גורמי סיכון ומחלות קרדיווסקולריות ואחרות, ואיתור והערכת מגבלות אורתופדיות.

במהלך תכנית האימונים חשוב שמטופלים שונים יקפידו על בדיקות שגרתיות הכוללות בדיקות עיניים, רגלים ושתן.

בעצירת הפעילות על המטופלים להיות מודעים לכך שיש להפסיק את הפעילות במקרים של דפיקות לב, חולשה, סחרחורות, קוצר נשימה, חוסר נוחות, לחץ או כאב בחזה, זרועות או לסת, ולפנות לגורם רפואי.

אימונים מובנים תחת השגחה לעומת אימונים שאינם תחת השגחה

נמצא שאימונים אירוביים או התנגדות מובנים תחת השגחה, מביאים להורדת ה-HbA1C באנשים עם סוכרת סוג 2 גם ללא התערבות תזונתית, בעוד שפעילות גופנית שאינה מובנית ותחת השגחה מסייעת בהורדת ההמוגלובין HbA1C רק במקביל להתערבות תזונתית. התערבות תחת השגחה מביאה לתוצאות טובות יותר גם מבחינת BMI, היקף מותניים, ל"ד, כושר גופני, כוח שריר ורמות HDL ולכן קיימת המלצה לאימון מובנה תחת השגחה לחולי סוכרת סוג 2 כאשר קיימת אפשרות לכך.

בהתאם לכך יש לכלול בתכנית פעילות גופנית מותאמת ומובנית מרכיבי כושר גופני שונים כשכלול ערך בריאותי מוסף [4-5]. להלן סקירה של המלצות ארגוני הבריאות לפעילות ואימון גופני לחולי סוכרת סוג 1-2 [11, 18-19].

הפחתת יושבנות וריבוי תנועה

בקרב אנשים סוכרתיים רצוי להפחית זמן ישיבה ממושך ורצוף מעל שעתיים, ולשבור זמני ישיבה (עודף יושבנות) בחיי היומיום, כולל בשעות העבודה, בהליכה של כ- 10 דקות בכל מקטע או בכל הזדמנות [19-20]. חשוב להתחיל עפ"י יכולת וניתן להתחיל גם במקטעים של 5 דקות. אחת המטרות המרכזיות היא לקדם אורח חיים פעיל ובריא ובהתאם לכך ההמלצה הגורפת כוללת ריבוי הליכה, תנועה ופעילות גופנית יומיומית ככל שניתן, כאשר כל דקה נחשבת ומצטברת לאורך היממה. בנוסף, נמצא כי מספר צעדים שווה או נמוך מ-5000 צעדים ביום קשור בסיכון מוגבר להשפעות אורח חיים יושבני ולא פעיל בקרב האוכלוסייה בכלל וחולי סוכרת בפרט [21]. מעבר להמלצות לפעילות גופנית יומיומית, קיימת כאמור חשיבות להעלאת הכושר הגופני באמצעות פעילות גופנית מובנית. המלצות לפעילות ולאימון גופני בשבוע כוללות אימונים אירוביים, אימוני כוח, אימון משולב, שיווי משקל וגמישות [טבלה 1].

המלצות ארגוני הבריאות לפעילות גופנית יזומה ומובנית לחולי סוכרת (טבלה 1)

פעילות גופנית אירובית לחולי סוכרת

פעילות אירובית יזומה לחולה סוכרת יש לבצע בנפח פעילות של כ- 150-210 דקות בשבוע לפחות בין 3-5 ימים בשבוע בעצימות קלה עד בינונית. אימונים אירוביים כוללים, בין היתר, הליכה,

ריצה, רכיבת אופניים נייחים, שחייה, מכשיר אליפטי (קרוס טריינר) ומכשירי חתירה [1, 3-5]. קיימת חשיבות רבה להקפיד על ביצוע פעילות בהתמדה שבועית קבועה, עם מינימום 3 אימונים בשבוע, ולא מעל יומיים ברציפות ללא אימון גופני יזום.

אימון בעצימות גבוהה - סוג אימון ארובי נוסף מומלץ לאנשים סוכרתיים הוא אימון מסוג High Intensity Interval Training (HIIT) [24]. בתחילת תכנית אימונים מסוג זה יש לבצע רק פעם אחת בשבוע. האימון כולל 2 שלבים: שלב של ביצוע פעילות עצימה ושלב של התאוששות. שלב הפעילות העצימה כולל עבודה ב- 80% עד 95% מדופק מרבי במשך 5 שניות עד 8 דקות. שלב ההתאוששות כולל פעילות בעצימות נמוכה יותר (בדרך כלל 40-50% מדופק מרבי). ניתן לבצע את האימון ביחס של 1:1. לדוגמא, 3-5 דקות שלב עצים ו-3-5 דקות של התאוששות או, ניתן לבצע 30 שניות ספרינט ו-4-4.5 דקות התאוששות, 3-5 פעמים [24-26].

לצד האמור לעיל, בהתוויית תכנית אימונים אישית יש לזכור כי 80% לערך מחולי סוכרת סוג 2 הם בעלי עודף משקל ולרבים מהם בעיות של מוביליות (תנועה), נירופתיה היקפית, הפרעות ראייה או מחלות קרדיווסקולריות ולכן לאוכלוסייה זו היכולת להגיע לנפח ועצימות הפעילות האירובית האופטימליים עלולה להיות מאתגרת ובמקרים אלו דווקא אימון כוח (שידובר בו בהמשך), עשוי להיות יעיל יותר [17].

כיצד לקבוע את עצימות הפעילות האירובית:

דופק מטרה - הוא אחד המדדים המקובלים להתאמת עצימות הפעילות למתאמן. החישוב כולל אחוז מדופק מרבי – (55-75% מדופק מרבי חזוי לגיל) או 40-60% מרזרבת הדופק לפי נוסחת קרבונן: [(דופק מרבי) – (דופק מנוחה) X (% המבוקש) + דופק מנוחה]. נוסחאות החיזוי השכיחות לדופק המרבי הן: (220-Age) או (0.67 X Age) – 206.9. מדידת דופק מנוחה מתבצעת באמצעות לקיחת הממוצע של שלוש בדיקות דופק במהלך שלושה בקרים רצופים בעת ישיבה באופן רגוע במשך דקה. יש למדוד את הדופק במשך 15 שניות ולהכפיל את התוצאה ב-4. כאשר מטרת הפעילות היא שיפור בפעילות האינוסולין, נמצא שפעילות בעצימות בינונית-גבוהה (לפחות 64% מדופק מרבי, 40% מרזרבת הדופק היא הפעילות המיטבית לתהליך זה [5, 20, 22, 23].

עצימות מאמץ סובייקטיביות - עצימות המאמץ RPE (rate of perceived expression) המוגדרת לפי תחושה סובייקטיבית במאמץ גופני מומלצת בטווח של 4-6 (קשה במקצת) (סף אנארובי)-קשה (בסולם 0-10) או בטווח הערכים 12-14 ע"פ סולם בורג לתחושה סובייקטיבית (Borg RPE Scale) מתוך טווח הערכים 6-20 בסולם זה [20, 22, 23].

יכולת דיבור - בתפיסת מאמץ סובייקטיבית ברמה 4 הנשימה נוחה אבל עמוקה ודי מהירה, המאפשרת לדבר אך לא לפטפט, ואחרי כמה משפטים יש הפוגה בדיבור לצורך הסדרת הנשימה. בתפיסת מאמץ סובייקטיבית מספר 5 הנשימה עמוקה ומהירה מאוד ואי אפשר לדבר [5, 20, 22, 23].

אימוני התנגדות לחולי סוכרת

אימוני התנגדות (כוח): אימוני כוח יכולים להתבצע בחדר כושר, סטודיו, באופן פרטי בבית, במתקני כושר ו/או בהדרכת מאמן אישי / קבוצות קטנות, תוך שימוש באמצעי התנגדות שונים כגון משקולות, משקולות יד, קטלבס, מכונות, רצועות, גומיות כושר ומשקל גוף. שלושת חודשי אימון ראשונים - יש לבצע לפחות 2 אימונים בשבוע הכוללים 5-10 תרגילים לקבוצות שרירים מרכזיות (בהעדפה לתרגילים מורכבים) ובין 1-4 סטים, 10-15 חזרות בכל סט בעצימות מתונה עד בינונית (70-50% מ- 1RM) Repetition Maximum (1RM) [5, 19-22].

שלבי אימון מתקדמים (למעלה משלושה חודשים) - לאחר שלושה חודשים ותוך הסתגלות חיובית למאמץ ולאימונים ניתן לבצע 3-4 סטים ועד כ-6 סטים בטווח חזרות של 8-10 (70-85% מ-1RM). זמן מנוחה בין הסטים, 60-120 שניות. עצימות המאמץ המוגדרת לפי תחושה סובייקטיבית במאמץ גופני, מומלצת בטווח של 7-8 (בסולם 0-10). בעצימות זו ישנה עייפות בשרירים הפעילים עם אי נוחות לאחר השלמת טווח החזרות הרצוי, ללא כשל שריר (או עצימות מרבית). הצלחת השלמת מספר החזרות הגבוה בתרגיל, בשליטה מלאה ובטכניקה נכונה, הוא הממד הקובע את מידת ההתקדמות והאפשרות בהגברת משקל העבודה (ק"ג) עבור אותה קבוצת שרירים. יש לבצע התאמות במשקל לפחות בטווח של 4-6 שבועות. קבוצות שרירים עיקריות ותרגילים מומלצים: רגליים (סקווט, דדליפט, מכרעים, פשיטה וכפיפת ברכיים), חזה (לחיצות חזה), גב (משיכת פולי לפנים, חתירה צרה), כתפיים (לחיצת כתפיים רחבה / צרה), זרוע אחורית (לחיצת חזה צרה / פשיטת מרפקים בפולי עליון), זרוע קדמית (כפיפת מרפקים בעמידה), זוקפי גו (דדליפט רומני / פשיטת גו בעמידת שש / פשיטת גו בכיסא רומני) ושרירי הבטן (כפיפות לפנים בשכיבה "ניתוק שכמות" / סיבוב אגן לאחור בשכיבה / פלאנק איזומטרי 2-3 סטים של 10-20 שניות בתרגיל).

אימונים משולבים

שילוב בין פעילות אירובית והתנגדות, כחלק מהאסטרטגיה לטיפול שאינו תרופתי במחלת הסוכרת, מומלץ על ידי ארגונים שונים בארה"ב ואירופה כמו למשל ה- European society of cardiology [18], ה- American College of Sports Medicine (ACSM) [17], כמו כן, גם האיגוד

הקרדיולוגי בישראל ממליץ על שילוב של פעילות אירובית ופעילות כוח כחלק מההתוויות לפעילות גופנית לחולי סוכרת במסגרת מניעה ראשונית ושניונית של המחלה בנוסף [23].

במקרה זה, מומלץ לבצע את אימוני הכוח בתחילת האימון בטווח של 2-3 סטים בין 5-6 תרגילים, לקבוצות שרירים עיקריות, בתרגילים מורכבים ולא יותר מ-30 דקות זמן אימון כוח. לאחר אימון הכוח, ניתן לבצע אימון אירובי באמצעים שונים בין 20-40 דקות זמן כולל. במצב זה יש לעקוב אחר רמות הסוכר בדם, תחושת המאמץ הסובייקטיבית, ומידת הערנות והשליטה באימון.

אימון מחזורי / על מחזורי

אימון מחזורי מבוסס על אימון בתחנות. צורת אימון זו מאפשרת ליישום מספר מרכיבי כושר באותה יחידת אימון, לרבות היכולת האירובית, סבולת וכוח השריר וקואורדינאציה [28]. למעשה, האימון מתוכנן לביצוע מספר תרגילי כושר שונים, כשבעיקרם תרגילי התנגדות לקבוצות שרירים מרכזיות.

שילוב נוסף של אימונים מחזוריים, הכוללים גם תרגילים אירוביים או קטעי אינטרוולים עצימים באמצעות ריצה, רכיבה או קרוס-טריינר, מוגדרים כצורת אימון על-מחזורית. שילוב בין יכולת אירובית ואנאירובית ביחידת אימון אחת. נמצא כי אימונים מחזוריים [29], ועל מחזוריים [30] תורמים רבות לחולי סוכרת מסוג 2, ומהווים בסיס חיוני בהמלצות לפיתוח יכולות גופניות, תפקוד ובריאות המטופל.

גמישות

גמישות היא יכולת השרירים והמפרקים לנוע באופן אקטיבי ופסיבי במלוא טווח התנועה שלהם [3-5]. הגמישות חשובה לשיפור היציבה, מסייעת במניעת כאבים, שיפור זרימת הדם, שיפור ביצועים ספורטיביים מותאמים לכך ועוד [31]. עם הגיל והשלכותיו על היענות רקמות החיבור לתנועה וכתוצאה מהסוכרת קיימת ירידה בטווחי התנועה [32]. אימוני הגמישות יכללו ביצוע מתיחה סטטית של 10-30 שניות בכל קבוצת שריר עיקרית, בתחושת אי נוחות קלה בשרירים אך ללא כאב. ההמלצה הכללית היא לפחות שני אימונים ייעודיים לפיתוח הגמישות או טווחי התנועה. כמו כן, שילוב עם אימוני תנועה נוספים כגון יוגה, פילאטיס וטאי צי [21].

שיווי משקל

יכולת שמירה על שיווי משקל סטטי (ללא תנועה) ודינאמי (תוך כדי תנועה במרחב) היא חלק בלתי נפרד ממרכיב הקואורדינאציה (תיאום עצבי-שרירי), התלויה בשליטה ותיאום בין המערכת העצבים המרכזית, המערכת הווסטיבולרית ומערכת השרירים [33]. למעשה, כל אחת מהמערכות תורמת ישירות לשיווי המשקל ופיתוח יכולת גופנית זו מסייעת באוכלוסייה הכללית, ובחולים סוכרתיים מסוג 1-2 בפרט, במניעת נפילות [34] והשלכותיהן לבריאות החולה/המטופל [35]. פיתוח שיווי המשקל דורש אימונים ייעודיים בתחום הכוללים שלוש יכולות גופניות מרכזיות: יכולת אירובי (לב-ריאה), סבולת-כוח שריר ויכולת פרופיוספטי-שליטה מרחבית ושיווי משקל סטטי ודינאמי [36]. ההמלצות לפיתוח כושר אירובי וסבולת-כוח שריר מוצגים בחלקים הקודמים של המסמך, ומרוכזים בהמלצות בטבלה 1.

תרגילים ייעודיים לתרגול שיווי המשקל כוללים א. תרגול שיווי משקל סטטי, לדוגמה עמידה על רגל אחת במשטח יציב או בלתי יציב (אביזרים שונים כגון פיתות / בוסו), ובמידה רבה גם בתרגול בעיניים עצומות (בהשגחה ובתמיכה בשעת הצורך למניעת נפילות) [37]. ב. תרגול שיווי משקל דינאמי תוך כדי הליכה עקב לצד אגודל, הליכה בקו ישר צר, תנועה משתנה במרחב (שינויי כיוון), ומשימות שונות הדורשות תיאום עין-יד-רגל. תרגילים אלו דורשים מיומנות ולפיכך מומלץ באוכלוסייה מבוגרת לבצע זאת תוך השגחה צמודה של אנשי מקצוע בתחום [38].

אימונים נוספים

בנוסף לאימונים שצוינו לעיל, ניתן לבצע גם תרגילי יוגה, פילאטיס, פלדנקרייז, ותרגילי תנועה [5, 37-39]. אימונים מסוג זה מומלצים ביותר ליישום ובהינתן ביצוע ההמלצות לאימונים אירוביים וכוח מכיוון שהם תומכים במערכת השלד-שריר ומאפשרים הפחתה בעצימות המאמץ במסגרת תכנית האימון השבועית.

טבלה מספר 1. סיכום ההמלצות ליישום אימונים אירוביים, כוח וגמישות לחולי סוכרת

סוג הפעילות	תדירות (בשבוע)	עצימות (דופק מרבי חזוי לגיל) תחושה אישית (10-0)	משך (זמן בשבוע / מס' סטים וחזרות לקבוצת שריר)	הערות
פעילות יומיומית מספר צעדים יומי	כל יום	מתונה לפחות 4,700 צעדים מבחן הדיבור יציב תחושה נוחה מאוד (3-1) בינונית 7500 צעדים ומעלה מבחן הדיבור משתנה תחושת עייפות קלה (4-6) גבוהה מבחן הדיבור גבוה תחושת עייפות גבוה (7-8)	'כל דקה נחשבת' פעילות יזומה מתוכננת לצבירת מספר צעדים או מצטבר ביום במסגרת אורח החיים השגרתי	מספר צעדים יומי מדידה מצטברת ביום ע"י שעון פעילות, מד צעדים, אפליקציות סלולריות הפחתת זמן ישיבה ממושך ורצוף מעל שעתיים שבירת זמני ישיבה בהליכה של 10-2 דקות
אירובית הליכה, ריצה, רכיבה, שחייה, חתירה ואלפיטי	מתונה - בינונית 3-5 ימים בשבוע בינונית - עצימה 3-5 ימים בשבוע	מתונה - בינונית 75-55% מדופק מרבי או 60-40% קרבון תחושה אישית (4-6) בינונית - עצימה 90-75% מדופק מרבי או 80-60% קרבון תחושה אישית (7-8)	מתונה - בינונית לפחות 150-210 דק' בשבוע מעל 250 דק' עבור חולים עם עודף משקל והשמנה בינונית - עצימה לפחות 90-125 דק' בשבוע	הקפדה על התמדה שבועית רציפה ולא יותר מיומיים רצופים ללא אימון גופני
התנגדות (כוח) תרגילי התנגדות לפי שרירים עיקריים (רגליים, חזה, גב, כתפיים, זרועות) ציוד: משקולות, רצועות, גומיות כושר	מתונה – מתחילים 2-1 בשבוע מתקדמים 3-2 בשבוע	מתונה – מתחילים 70-50% תחושה אישית (7-8) בינונית – מתקדמים 85-70% תחושה אישית (7-8)	מתונה – מתחילים מס' סטים: 2-1 מס' חזרות: 10-15 *זמן מנוחה בין הסטים 60-120 שניות בינונית – מתקדמים מס' סטים: 2-4 מס' חזרות: 8-10 *זמן מנוחה בין הסטים 90-120 שניות *משך זמן אימון עד 60 דק'	העדפה לבחירת תרגילים מורכבים לשרירים עיקריים הקפדה על שליטה מלאה בתרגילים ללא כשל שריר או מאמץ יתר עד תשישות
מתיחות גמישות ותנועה	2-3 יחידות אימון בשבוע	מתונה – בינונית אי נוחות במתיחה תחושה אישית (6-7) ללא תשישות / כאב	90-30 שניות לכל קבוצת שריר *30-60 שניות מעבר בין התרגילים (המתיחות)	אימונים מסוג זה מומלצים תוך שילוב האימונים האירוביים וההתנגדות
הנחיות ליישום ושיטות לקביעת עצימות האימון	דופק מטרה: נוסחאות החיזוי השכיחות לדופק המרבי הן: (Age-220) או $[206.9 - (Age \times 0.67)]$. נוסחת קרבון: $[(\text{דופק מרבי}) - (\text{דופק מנוחה}) \times \% \text{ (המבוקש)}] + \text{דופק מנוחה}$. סולם בורג 0-10 (RPE): עצימות המאמץ המוגדרת לפי תחושה סובייקטיבית במאמץ גופני מומלצת בטווח של 6-4 (תחושה מתונה, נוחה) או 7-8 (תחושה בינונית – עצימה קשה, סביב הסף האנאירובי). מבחן הדיבור: בתפיסת מאמץ סובייקטיבית ברמה 4 הנשימה נוחה אבל עמוקה ודי מהירה, המאפשרת לדבר אך נדרשת הפוגה לצורך הסדרת הנשימה. בתפיסת מאמץ סובייקטיבית מספר 5 הנשימה עמוקה ומהירה, עד כדי רמה 8-10 בה לא ניתן לשבר כלל. [5-3, 19-18, 27-26]			

דגשים ליישום ולבטיחות בתוכניות אימון עבור חולי סוכרת וניהול סיבוכי המחלה במאמץ גופני

חולי הסוכרת ברובם יכולים להתאמן ולבצע פעילות גופנית בבטחה אולם קיימים סיכונים שונים שיש לקחת בחשבון בתהליך התוויית תכנית אימונים מותאמת אישית. סיכונים אלו כוללים מצבים של היפוגליקמיה, היפרגליקמיה, נירופתיה היקפית, נירופתיה אוטונומית, רטינופתיה, מחלות כליה ומחלות קרדיוסקולריות [40-42]. היפוגליקמיה עלולה להוות מחסום לביצוע פעילות גופנית ולמניעתה. חולה הסוכרת צריך ללמוד להכיר את תגובותיו האישיות ולהתאים את הארוחות והטיפול התרופתי לפעילות/אימון אותם הוא מבצע. מומלץ לבדוק את רמת הגלוקוז בדם לפני ומיד לאחר הפעילות, בעיקר בתחילת העיסוק בפעילות גופנית או בעקבות שינוי בתכנית האימונים (עצימות, משך, תדירות) [43-44]. כמו כן חשוב לשמור על ניהול סדר יום קבוע, תוך הכרת השינויים ברמת הסוכר לאורך היממה ובהתאמה לסוג המאמץ הגופני, משכו ועצימותו. יתרה מכך, גם לאחר המאמץ, ובטרם השינה ואף במהלכה. על פי נייר עמדה של האיגוד הקרדיולוגי - החוג לשיקום, והאיגוד האמריקאי לסוכרת אמצעי הזהירות שיש לנקוט בהתאם לרמות הגלוקוז בדם מרוכזים בתיבה 1.

בנוסף חשוב לזכור כי קיימת שונות גבוהה בתגובה הגליקמית בעקבות מאמץ גופני באנשים הנוטלים אינסולין, ולכן למרות ההנחיות הרשומות (תיבה 1) יש להתאים את ההמלצות לכל מתאמן באופן פרטני כולל שינוי תרופתי על ידי הרופא במקרה הצורך. בהתאם לכך, קיימת חשיבות להתוויית תכנית אימון מותאמת אישית על ידי איש מקצוע שעבר הכשרה מתאימה וניסיון בעבודה עם אוכלוסייה זו שסובלת מתחלואה נלווית (קומרובידיות) וסיבוכים בשכיחות גבוהה [2]. אימוני HIIT ואימוני כוח, המשולבים במאמץ אירובי או מבוצעים בסמיכות זה לזה, עשויים למנוע היפוגליקמיה בזמן או לאחר האימון [44]. עם זאת, אימונים אלו דורשים ניסיון קודם באימון וכושר גופני גבוה יחסית, לפיכך אינם מתאימים לכל מטופל ודורשים התאמה אישית ליכולת הגופנית ומצבו הרפואי (קליני).

תיבה 1: אמצעי הזהירות שיש לנקוט בהתאם לפעילות והמצב הגליקמי לפנייה

בפעילות אירובית קצרה (<1500 מ') ו/או אימון התנגדות מתון ועד 30 דקות:

רמת גלוקוז בדם לפני מאמץ > 100 מ"ג% - תוספת של כ 15 גרם פחמימות.
רמת גלוקוז בדם לפני מאמץ < 100 מ"ג% - לא חייבים להוסיף פחמימות.

בפעילות בעומס בינוני, הנמשכת מעל 30 דקות:

רמת גלוקוז בדם לפני מאמץ > 100 מ"ג% - תוספת של כ 30-45 גרם פחמימות בארוחה לפני המאמץ.
רמת גלוקוז בדם לפני מאמץ : 100-180 מ"ג% - תוספת של כ 15 גרם פחמימות בארוחה לפני המאמץ.
רמת גלוקוז בדם לפני מאמץ : 180-250 מ"ג% - לא צריך תוספת אלא אם כן הפעילות נמשכת מעל שעה.

בפעילות עצימה: ניתן להוסיף מיד לפני הפעילות : כ- 15 גרם פחמימה עם ערך גליקמי גבוה (כגון : פרוסת לחם לבן, דגני בוקר, בייגלה). • לעיתים כדאי גם תוספת פחמימות בארוחה שלפני האימון, מחושב לפי כ- 15 גרם פחמימות עבור כל 20 דקות פעילות מתוכננת.

בשל החשש לירידה ברמות הסוכר לאחר פעילות לא מומלץ לבצע את האימון היומי לפני השינה. אם הפעילות אכן מבוצעת כך יש לצרוך תוספת פחמימות. לחולים המטופלים באינסולין לא מומלץ להזריק בגפיים לפני פעילות כיוון שיש סיכון שספיגתו תואץ .

כאשר רמת גלוקוז בדם בין 250-350 מ"ג/ד"ל, אין להתחיל בפעילות עצימה בנוכחות קטוזיס (Ketosis), הימצאות קטונים בדם או בשתן (במידה וניתן לבדוק). רמות גלוקוז גבוהות ללא עדות לקטוזיס לא מחייבות דחייה של הפעילות, כל עוד המטופל מרגיש טוב. ניתן להתחיל בפעילות בעצימות קלה-בינונית.

כאשר רמות גלוקוז מעל 350 מ"ג/ד"ל, פעילות בעצימות גבוהה עלולה להחמיר את ההיפרגליקמיה לכן יש לדחותה עד שרמות הגלוקוז בדם פחות מ- 250 מ"ג/ד"ל.

יש לשקול תוספת אינסולין לפני תחילת הפעילות בעצימות קלה-בינונית יש להדריך את החולים להקפיד על הידרציה (Hydration) ולשים לב לתסמיני קטוזיס כגון, עייפות, חולשה, השתנת יתר, יובש בפה ונשימה עם ריח מוזר. במקרים יש לדחות את הפעילות עד להשגת איזון במצבו ברפואי.

[27, 43-44]

פעילות גופנית כאמור איננה גורמת רק לירידה ברמות הסוכר בדם, ויש לתת על זה את הדעת

בהתוויית תכנית האימונים. פעילות גופנית מאומצת כגון הרמת משקולות או פעילות אירובית בעצימות גבוהה, כ-80% מיכולת אירובית מרבית, גורמת לעלייה בהפרשת ההורמונים הקטקולאמינים, הורמון הגדילה, קורטיזול וגלוקגון. הורמונים אלו מביאים לייצור מוגבר של גלוקוז בכבד. בחולי סוכרת סוג 1 כידוע ייצור והפרשת האינסולין אינם תקינים והם אינם יכולים לאזן את העלייה ברמות הסוכר באמצעות עלייה בהפרשת אינסולין ולכן במידה ואין מספיק אינסולין בדם, מצד אחד קיים ייצור מוגבר של סוכר

המופרש לדם, מצד שני הסוכר אינו נקלט כנדרש ע"י התאים והתוצאה היא עלייה מוגברת ברמות הסוכר בדם והיפרגליקמיה [45].

מידע זה בנוגע לתגובת הסוכר בדם בהתאם לסוגי המאמץ השונים מאפשר לנסות להשיג שליטה על רמות הסוכר בדם גם באמצעות הפעילות הגופנית ולא רק באמצעי תזונה ואינסולין. לכן, בעיקר למטופלים המשתמשים באינסולין חשוב לדעת האם מאמץ מסוים מעלה או מוריד את רמת הסוכר בדם [46].

מתאמנים המשתמשים במשאבת אינסולין יכולים לתקן באופן מדויק יותר את רמות הסוכר בדם ע"י התאמה תזונתית ומינון אינסולין בהתאם לשינויים ברמות הסוכר המתרחשים בעקבות הפעילות הגופנית. ההמלצות לשימוש במשאבה בשילוב פ"ג כוללות הנחיות שונות לבטיחות בנוגע לבולוס בעקבות ארוחה, ז"א אם הפעילות עד שעתיים מהארוחה בזמן שבולוס האינסולין עדיין בשיא, יש להקטין את הבולוס ב- 25-50%, תלוי בפעילות שאותה רוצים לבצע.

בנוגע לאינסולין בזאלי, ניתן להפחית מינון לפני, בזמן ולאחר הפעילות ע"י קביעת תכנית זמנית של הפרשת האינסולין הזאלי מה שמאפשר לא לאכול בצורה מופרזת ומונע ירידה ברמת הסוכר, בעיקר כאשר מדובר בפעילות ממושכת של שעתיים או יותר. במידה וניתן לתכנן מראש, ההמלצה היא לנסות ולהוריד אינסולין בזאלי שעה שעתיים לפני הפעילות כדי להבטיח רמות אינסולין נמוכות כאשר מתחילים את הפעילות. לפעילות ממושכת ההפחתה יכולה להיות גם של 80%. יש להיות מודעים לכך שגם לאחר סיום הפעילות הגופנית עלולה להתרחש ירידה ברמות הסוכר בדם, כאשר הגליקוגן נאגר בשרירים. יחד עם האמור לעיל, חשוב לזכור כי רמת ההפחתה תלויה בכל מתאמן ובהתאם לפעילות שביצע. נקודת ההתחלה יכולה להיות הפחתה של 25% למשך 6 עד 8 שעות במידה ואכן חווים ירידה ברמות הסוכר.

פעילות גופנית בסוכרת הריונית

מעגל חיי האישה המתחיל בלידה ועובר דרך גיל הינקות, הילדות, ההתבגרות – ההבשלה המינית, הבגרות – פוריות והריון ולידה, ומסתיימת בגיל המעבר והזקנה כל אחת מנקודות הציון הללו מאופיינת בצרכים בריאותיים מיוחדים הקשורים לניהול אורח חיים בריא והמשפיעים על השלבים הבאים בתור במעגל חיי האישה. תקופה מיוחדת הדורשת התייחסות פרטנית הינה תקופת ההריון והלידה. זו נקודת ציון בעלת חשיבות עליונה היות ומאפשרת זיהוי בעיות רפואיות שבהמשך תשפיענה הן על הבריאות העתידית של האם עצמה והן על הבריאות העתידית של הצאצאים לאם זו [5].

סוכרת הריונית (Gestational Diabetes Mellitus - GDM) הינה ההפרעה המטבולית אופיינית למהלך הריון לסוכרת הריונית סיבוכים רבים, לעובר ולאם כולל מאקרוזומיה של העובר, סיכון

מוגבר להתפתחות סוכרת סוג 2 (T2DM) ומחלות לב וכלי דם בהמשך [47]. משקל יתר וסינדרום מטבולי הם בין גורמי הסיכון המובילים להתפתחות GDM. פעילות גופנית (פ"ג) אירובית ואימון התנגדות משפרים את הרגישות לאינסולין, ומורידים את פרופיל סמני הדלקת של האם [51]. כמו כן, פ"ג מפחיתה את הסיכון ללידה מוקדמת וניתוח קיסרי, ובנוסף יש לה השפעה חיובית להפחתת הסיכון ללחץ דם גבוה ועלייה גבוהה מהצפוי במשקל הגוף במהלך ההיריון [47-48].

המלצות לפעילות גופנית במהלך סוכרת הריונית

פעילות גופנית במהלך ההיריון נמצאה בטוחה על ידי הקולג' האמריקאי לגניקולוגים ומיילדים (ACOG), הקולג' האמריקאי לרפואת ספורט (ACSM), וגופים נוספים. הקווים המנחים כוללים אימון אירובי בעצימות של עד 60% מרזרבת הדופק, או 50-60% אחוז מצריכת החמצן המרבית. בטווחי דופק של 60-90 אחוז מהדופק המרבי לנשים, שהיו מאומנות טרום ההיריון, ו-60-70 אחוז מהדופק המרבי לכאלו שאינן מאומנות. לאימוני כוח 2-3 אימונים שאינם בימים עוקבים, 5-10 תרגילים לקבוצות שרירים גדולות ושרירי ליבה, 8-10 חזרות, 1-2 סטים. 2 בנוסף, יש להקפיד על תרגילים עם אימפקט נמוך, ובתרגילי גמישות טווח תנועה יהיה בהתאם לנוחות ההרה. פעילות גופנית בעצימות זו בטוחה לאם ההרה. אולם גם עצימות המאמץ גבוהה יותר 81% מעתודת הדופק, לא הראתה סיבוכים באם או בעובר. מומלץ להימנע מתרגילים איזומטריים, למניעת יתר לחץ דם, ולהרים משקלים קלים במספר חזרות רב. בשל השונות הדינמית בדופק האם במהלך ההיריון מומלץ להסתמך על תחושת מאמץ סובייקטיבית ברמת המתבטאת בטווח הערכים 12-14 ע"פ סולם בורג לתחושה סובייקטיבית (Borg RPE Scale – RPE) מתוך טווח הערכים 6-20 בסולם זה [48].

התוויות נגד ביצוע אימון גופני אירובי בנשים הרות כוללות את המצבים הבאים: נוכחות מחלת לב, מחלת ריאה חסימתית, הריון מרובה עוברים, דימום תדיר, היפרדות שליה לאחר שבוע 26, רעלת היריון, לחץ דם גבוה או אנמיה. פעילות גופנית, הנחשבת לבטוחה בהיריון נטול סיבוכים, הינה: הליכה, שחיה, רכיבה על אופניים נייחים, משחקי מחבט, ריצה ואימון התנגדות (26, 47-48).

גורמי הסיכון לסיבוכי סוכרת והנחיות ליישום בפעילות גופנית

למחלת הסוכרת סיבוכים אפשריים שונים הדורשים התייחסות והתאמה אישית של אנשי המקצוע לרבות במקרים של התוויות לפעילות ולאימון גופניים. בטבלה 2 מתוארים הסיבוכים המרכזיים וכיצד יש להתאים את הפעילות הגופנית במצבים אלו [5, 26].

טבלה 2: המלצות ודגשים לפעילות גופנית בסיבוכים בריאותיים שונים (מתוך a position statement of the American Diabetes Association [5]).

מחלות קרדיווסקולריות:	מחלות קרדיווסקולריות:	מחלות קרדיווסקולריות:
מחלת עורקים כלילית	מחלת עורקים כלילית	מחלת עורקים כלילית
אנגינה במאמץ	אנגינה במאמץ	אנגינה במאמץ
אוטם שריר הלב	אוטם שריר הלב	אוטם שריר הלב
אי ספיקת לב	אי ספיקת לב	אי ספיקת לב
יתר לחץ דם (יל"ד)	יתר לחץ דם (יל"ד)	יתר לחץ דם (יל"ד)
שבץ מוחי	שבץ מוחי	שבץ מוחי
מחלת עורקים היקפית	מחלת עורקים היקפית	מחלת עורקים היקפית
מחלות נוירולוגיות:	מחלות נוירולוגיות:	מחלות נוירולוגיות:
נוירופתיה היקפית	נוירופתיה היקפית	נוירופתיה היקפית

		• ייתכן ויש לכלול יותר פעילות שאינה נושאת משקל גוף בעיקר עם שינוי תבנית הליכה.
דפורמציה מכף הרגל	• להקפיד על נעליים מתאימות ולהעדיף פעילויות המורידות את הסיכון ליבלות לחץ וכיבים.	• לשים יותר דגש על פעילויות שאינן נושאות משקל. • יש לבדוק את כפות הרגליים על בסיס יומי.
כיבים בכפות הרגלים/קטיעה	• הליכה בעצימות בינונית אינה מגבירה את הסיכון לכיבים או מחמירה את הסיכון לכיבים חוזרים.	• יש להימנע מפעילות נושאת משקל במצב של כיב שאינו מתרפא • יש לבדוק את כפות הרגליים על בסיס יומי • יש לטפל באזורי הקטיעה על בסיס יומי להימנע מריצה.
נוירופתיה אוטונומית	• עלולה לגרום לירידה בלחץ הדם עם שינוי תנוחה, פגיעה כרונוטופית, שינויים בתרומורגולציה, ודהידרציה בזמן מאמץ. • יתכן שיהיה קשה יותר לטפל בהיפוגליקמיה כתוצאה ממאמץ בחולים עם גסטרופרזיס.	• להימנע מפעילות עם שינוי תנוחה מהירים או כיווני תנועה כדי למנוע התעלפות או נפילות. • בנוירופתיה אוטונומית לבבית, כדאי לקבל אישור מרופא ובמידת הצורך לבצע בדיקת מאמץ. • להשתמש במדדי רזרבת הדופק וRPE לוויסות עצימות האימון. • להימנע מפעילות בסביבה חמה ולהקפיד על הידרציה מספקת.
מחלות עיניים: רטינופתיה לא שגוגית קלה - בינונית	• סיכון קל או בכלל לא לנזק בעיניים כתוצאה מפעילות גופנית.	• במצב קל-אין מגבלה מביצוע כל פעילות יש להקפיד על בדיקות עיניים שנתיות • במצב בינוני- להימנע מפעילויות שמעלות באופן ניכר את לחץ הדם כמו הרמת משקולות כבדות.
רטינופתיה לא שגוגית חמורה ורטינופתיה שגוגית לא יציבה	• קיימת סכנה לשטף דם בזוגית והיפרדות רשתית.	• להימנע מפעילות שמעלה באופן ניכר את לחץ הדם ופעילות עצימה מכל סוג כגון ריצה, קפיצה, פעילויות עם ראש למטה ועצירת נשימה במקרה של שטף דם אין לבצע כל פעילות.
קטרקט	• אין סכנה לביצוע פעילות גופנית מלבד הקפדה על בטיחות עם הירידה בחדות הראיה.	• להימנע מפעילויות הכרוכות בסכנה בשל המגבלה הראייתית כמו למשל אופני שטח • ייתכן ותידרש השגחה בחלק מהפעילויות.
מחלות כליה: מיקרואלבומינוריה	• פעילות גופנית אינה מאיצה את ההחמרה במחלות כליה למרות העלייה ברמת החלבון בשתן לאחריה. • השתתפות בפעילויות בעצימות בינוניות-עצימות עשויות אף למתן את	• אין מגבלה לכל סוגי האימון. • כדאי להימנע מפעילות עצימה לפני בדיקת חלבונים בשתן כדי להימנע מקריאת תשובה חיובית כוזבת.

תחילת או החמרת נפרופתיה.		
- גם פעילות אירובית וגם פעילות התנגדות משפרות יכולת תפקודית ואיכות חיים בחולי כליה - יש לעודד את החולים להיות פעילים.	- אין מגבלה לכל סוגי האימון. - במקרה של ירידה בסבולת אירובית וכוח השריר יש להתחיל באימונים בעצימות ונפח נמוכים.	נפרופתיה גלויה
ביצוע פעילות גופנית תחת השגחה בעצימות מתונה עד בינונית בזמן הדיאליזה, עשוי לשפר תפקוד ומצב בריאותי לרבות לחץ דם, סוכרת והשלכות טיפולי הדיאליזה.	- במקרה של ירידה בסבולת אירובית וכוח השריר יש להתחיל באימונים בעצימות ונפח נמוכים. - מעקב צמוד אחר לחץ דם תוך כדי האימון. - מעקב אחר איזון אלקטרוליטים ואיכות דיאליזה לאורך תקופת האימונים.	מחלת כליה סופנית
לחולי סוכרת סיכון מוגבר לשינויים מבניים במפרקים אשר עלולים להגביל את תנועתם כמו למשל התסמונת הקרפלית, מגבלות כתפיים ועוד.	- בנוסף לפעילויות אחרות מומלץ לבצע גם תרגילי גמישות לשיפור טווחי תנועה. - מומלץ לשלב את המתחויות להגדלת טווחי התנועה בזמן החימום או לאחר הפעילות. - חשוב לחזק את השרירים הסובבים את המפרק הפגוע - להימנע מפעילות שמגבירה לחץ פלנטרי במקרים של שינויים בכף רגל סוכרתית.	מגבלות אורתופדיות: שינויים מבניים במפרקים
- שכיחות גבוהה בגפיים תחתונות בעיקר באנשים מבוגרים ובעלי משקל עודף. - פעילות גופנית היא אפשרית ויש לעודדה - פעילות בעצימות בינונית עשויה לשפר תסמינים ולהקל על הכאבים.	- אין מגבלה ברוב הפעילויות המבוצעות בעצימות קלה- בינונית אולם יש לשקול יותר פעילויות שאינן נושאות משקל או בעלות אימפקט נמוך כדי להימנע מעומס על המפרקים. - כדאי לבצע פעילויות להגדלת טווחי תנועה ופעילות התנגדות קלה לחיזוק השרירים הסובבים את המפרקים הפגועים. - להימנע מפעילויות עם סיכון גבוה לפגיעה במפרקים כמו ספורט מגע, ופעילויות הכוללות שינויי כיוון חדים.	ארטריטיס

חדשנות וטכנולוגיות דיגיטליות מתקדמות, לניטור אורחות חיים ופעילות גופנית

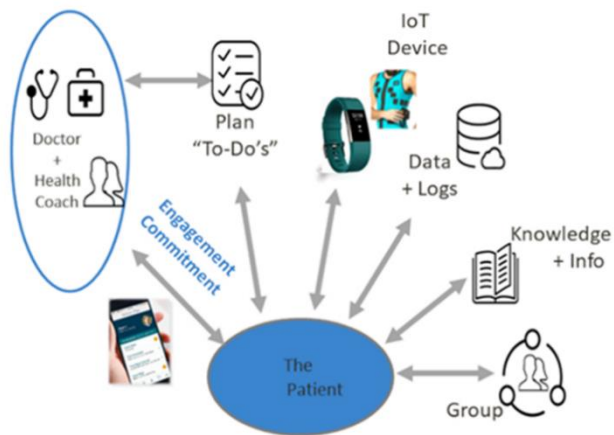
מפת הדרכים של עולם הרפואה המתקדמת- "רפואת העתיד", מורכבת מ- 3 קווי יסוד שצוברים תאוצה במערכות הבריאות:

1. תשתית רפואית ופרה-רפואית רב תחומית ורב מקצועית
2. רפואה מתקדמת מותאמת אישית
3. טכנולוגיה לרפואה דיגיטלית, בקרה ומעקב בזמן ובסביבה הטבעית של המטופל.

הקמת פלטפורמה לאומית לרפואה מותאמת אישית בהתבססות על הידע המדעי הנרחב העוסק בפיזיולוגיה של המאמץ בשילוב פלטפורמה דיגיטלית לניטור מדדים פיזיולוגיים מרחוק, תעניק תשתית לרפואה מותאמת אישית לשינוי הרגלי חיים. מיפוי גורמי הסיכון לסוכרת ולמחלות מטבוליות באוכלוסייה, שימוש בישומי למידת ממכונה (Machine Learning), בינה מלאכותית (AI) ו Data Big יאפשרו להטמיע פעילות גופנית באופן מותאם בתוכניות טיפול של חולה הסוכרת בסביבה הטבעית שלו, תוך ניטור ומעקב דיגיטלי לטיפול בגורמי הסיכון, סוכר, לחץ דם, השמנת יתר, שינוי אורח חיים בריא ותרגול הכושר הגופני אשר יעשה בבית המטופל.

פלטפורמות להדרכה ואימון דיגיטלי, נמצאות היום בשימוש במיוחד בתוכניות בריאות לשיקום לב ומאפשרות לצוות המקצועי, לנטר מדדי אימון באופן פאסיבי ואקטיבי, מדיווח של המטופל ומחיישני דופק ותנועה, לווסת את עצימות ונפח הפעילות בהתאם לנתונים המתקבלים ומתעדכנים באופן יומיומי כאשר הוא מבצע את הפעילות בביתו, מקום העבודה שלו, חדר כושר או בכל מקום שבו נוח לו להתאמן. הפיזיולוג וצוות השיקום מנתח את הנתונים, מעביר משוב על איכותו, מקבל התרעות על שינויים וחריגות מטווח התקין של המדדים הפיזיולוגיים וממשב את המטופל בהתאם. המערכות נמצאו יעילות ובטוחות לשימוש וקבלו את אישור משרד הבריאות לשימוש בקרב חולי לב(מראה מקום חוזר מנכ"ל משה"ב שיקום מרחוק) [49-51].

Digital Therapeutics: The Concept



אחד העזרים הטכנולוגיים שיכולים לסייע בניטור בהתאמה אישית של הפעילות הגופנית ביחס לרמות הסוכר בדם הם חיישני סוכר רציפים, המאפשרים קריאה רציפה של רמות הסוכר בשכבת השומן התת עורית, באמצעות, חיישן, מד סוכר רציף, CGM (Continuous Glucose Monitoring). המכשיר מחובר לגוף בנקודה אחת (לרוב בזרוע, בבטן או ברגל) ומדווח כל דקה עד 5 - בהתאם למכשיר - על רמת הסוכר במטרה להתריע מפני נפילות סוכר ולאפשר לחולה להתאים את התזונה והזרקת האינסולין לרמות הסוכר בגוף [52].

מכיוון שידוע כי מטופלים רבים הסובלים מסוכרת תלוית אינסולין נמנעים מלבצע פ"ג בשל החשש מירידה מסוכנת ברמות הסוכר בדם, המשאבות עם פונקציית CGM (ניטור סוכר רציף), מאפשרות לעקוב באופן רציף אחר רמות הסוכר בדם ובכך מסייעות בביצוע פ"ג בצורה בטוחה יותר ללא חשש. לאחרונה פורסמה הצהרת עמדה חדשה עם המלצות כיצד להיעזר בחיישני הגלוקוז, CGM ו CGM is. לפני, בזמן ולאחר ביצוע פ"ג. מוצגות בתיבה 2.

המלצות אלו יכולות לשמש כמדריך התחלתי כיצד לבצע את ההתאמות הנדרשות כאשר מעבר למדריך הבסיסי יש כמובן לעשות התאמות אישיות לכל מטופל [52-54].

תיבה 2: המלצות לשימוש במכשיר לניטור סוכר (CGM/isCGM) ופעילות או אימון גופני

לפני הפעילות:

- חשוב לדעת את סוג, עצימות ומשך הפעילות המתוכננת
- יש לדעת את כמות האינסולין
- לכוון את טווח חיישן הגלוקוז בהתאם לפעילות המבוצעת והסכנה להיפוגליקמיה

בזמן הפעילות

- טווח חיישן הגלוקוז צריך להיות 126 מ"ג/ד"ל עד 180 מ"ג/ד"ל ואפילו מעט גבוה מזה למתאמנים הנמצאים בסיכון גבוה להיפוגליקמיה.
- במקרה של הסף הגליקמי (126 מ"ג/ד"ל) מלווה בחץ מגמה אופקי, , לצורך 10-15 גרם של פחמימות, אם כיוון חץ המגמה הוא מעט כלפי מטה יש לצורך מיידי 15-25 גרם של פחמימות ו-20-35 גרם אם כיוון חץ המגמה הוא כלפי מטה.
- במקרה שחיישן הגלוקוז מציין רמות גבוהות של גלוקוז, מעל 270 מ"ג/ד"ל, ייתכן ויש לבצע תיקון של כ-50% מעל האינסולין האינדיבידואלי הרגיל.
- יש להשהות את הפעילות הגופנית אם רמות הסוכר פחות מ-70 מ"ג/ד"ל ואם מתחת ל-54 מ"ג/ד"ל, אין לחדש את הפעילות.

לאחר הפעילות

- במהלך 90 הדקות שלאחר הפעילות, ייתכן וכדאי לכוון את חיישן הגלוקוז ל-80 עד 180 מ"ג/ד"ל, ויש לשקול תוספת של 10-15 גרם פחמימה ברמות נמוכות יותר של גלוקוז, בהתאם לחץ המגמה
- במקרה שנדרש תיקון אינסולין בשל רמות גבוהות של גלוקוז, ייתכן ויש להוריד את גורם התיקון הרגיל עד 50%. אזעקת המכשיר צריכה להיות מכוונת ל-80 מ"ג/ד"ל ובמקרים של מכשירים שונים יש לבצע לפחות סריקה אחת במהלך הלילה.

התרומה של תכניות התערבות ברחבי העולם לפעילות גופנית לחולי סוכרת

חשיבותה של הפעילות הגופנית לטיפול בסוכרת וסיבוכיה, ידועות לקהילה הרפואית ומבוססת מדעית מזה שנים. לדוגמא, במחקרים גדולים ממדינות אחרות, כגון, סין Da Qing Impaired Glucose Tolerance Diabetes [13], פינלנד, ה- Finnish Diabetes Prevention Study (DPS) [14], וארה"ב, ה- Diabetes Prevention Program (DPP) [15], שינויים באורח חיים שכללו פעילות גופנית בעצימות בינונית, תרמו באופן ניכר למניעת התפתחות סוכרת סוג 2 [14]. השינוי באורח החיים במקרים מסוימים, היה יעיל יותר מטיפול תרופתי (מטפורמין) [15] והפעילות הגופנית אף נמצאה יעילה יותר מהתערבות תזונתית [13].

ברחבי העולם השתמשו עד היום במודלים שונים הכוללים מענה מקצועי רב-תחומי, ניהול ומעקב כגון, תכנית ה- DPP בארה"ב [15] המאפשרת טיפול ומעקב בקבוצות קטנות בהנחיית מאמנים בעלי הסמכה במקצועות הבריאות, הפיזיולוגיה של המאמץ, התזונה הקלינית, פסיכולוגיה התנהגותית או חינוך לבריאות. מודל נוסף, שנבחן בפינלנד DPS [14], כלל פגישות ייעוץ וההנחיות לתזונה ופעילות גופנית תחת בקרה של הרופא המטפל. הנבדקים הונחו להעלות את רמת הפעילות הגופנית הכללית שלהם, בשילוב של מפגשים יזומים שכללו אימוני התנגדות מחזוריים מובנים עם תכנית מותאמת אישית. במחקר הסיני [13], עודדו הרופאים והצוות הסיעודי במרפאות להעלות את רמת הפעילות הגופנית של משתתפי התוכנית לפחות שעה ביום או שעתיים עבור חולים מעל גיל 50 ללא מחלות רקע.

תכניות פעילות גופנית במסגרת הקהילה לקבוצות הומוגניות מבחינת מאפיינים כמו למשל גיל ומחלות כרוניות הן התערבויות מומלצות ע"י ארגון הבריאות העולמי לקידום פעילות גופנית. בנוסף להשפעה הבריאותית נמצא שתכניות אלו הינן ישימות ובעלות הענות ארוכת טווח יותר מאשר פעילות במסגרת אישית. יחד עם זאת פעמים רבות תכניות אלו אינן מצליחות ביישום ההנחיות המקובלות לפעילות גופנית ו/או בנוסף לעיתים עלותן אינה זולה. על רקע זה בוצע מחקר הבדק את היעילות של תכנית פעילות גופנית, המבוצעת במסגרת הקהילה, למשך 9 חודשים על איזון גליקמי וגורמי סיכון קרדיוסקולריים ב 124 חולי סוכרת סוג 2 סה"כ, גיל ממוצע 63.25 ± 7.20 . שמונים וחמישה חולים היוו קבוצת ביקורת המקבלים טיפול רגיל, ו- 39 משתתפים היוו את קבוצת המחקר אשר התאמנה על פי התכנית של ה- Diabetes em Movimento בפורטוגל המבוססת על ההנחיות הבינלאומיות המקובלות לפ"ג לחולי סוכרת סוג 2 ולמניעת נפילות. התכנית כללה פעילות אירובית, התנגדות, שיווי משקל וגמישות, 3 פעמים בשבוע בימים שאינם עוקבים, 70 דקות כל אימון. האימונים בוצעו במתחמי ספורט עירוניים הכוללים מסלולי ריצה מתאימים לכל מזג אוויר, מדשאות ואולמות לפעילות גופנית [55].

אביזרי הכושר שהשתמשו בהם היו אביזרים בעלות נמוכה כגון, כדורי כוח, כדורי פיטנס, משקוליות וכדומה. התכנית כללה 5 מודלים שונים של פעילות גופנית כולל אימונים מתמשכים בעצימויות שונות, ואימוני HIIT כאשר כל תכנית כללה את כל מרכיבי הכושר הגופני, בעצימות בינונית-קשה (12-17 עפ"י סולם בורג), באימונים השתתפו 30 מתאמנים, והם נוהלו ע"י מומחים מתחום הכושר הגופני ואחות. התכנית נמצאה יעילה באיזון גליקמי, שומני הדם, לחץ הדם, מדדים אנתרופומטריים, וירידה בסיכון לפתח מחלת עורקים כלילית ב 10 השנים הבאות. ההיענות לתכנית הייתה כ 80%.

ה-DCEP (diabetes community exercise and education program), הינו מחקר אקראי מבוקר שעדיין מתקיים בניו זילנד, ובו מנסים לבדוק את היעילות ארוכת הטווח של תכנית התערבות הכוללת פעילות גופנית וחינוך לחולי סוכרת. מטרת המחקר היא לבדוק מדדי בריאות כגון המוגלובין A1C, בריאות גופנית ואיכות חיים במעקב של שנה אצל המשתתפים במחקר, את העלות תועלת ולהעריך את היכולת והמחסומים ליישום התכנית בשני אתרי מחקר שונים. 220 חולי סוכרת מעל גיל 35 גויסו ממרפאות מקומיות כאשר במשך 12 שבועות, כל מטופל השתתף פעמיים בשבוע במפגש שנוהל ע"י אחות ופיזיותרפיסטים. כל מפגש אורך 90 דקות וכולל 45 דקות של אימון גופני ו 45 דקות של הדרכות בנושאי בריאות רלוונטיים. האימון הגופני כולל חימום אירובי של כ 5 דקות, וחצי שעה של אימון מחזורי כוח ואירובי עם דגש על קבוצות שרירים גדולות, ולסיום 5 דקות של תרגילי גמישות. עצימות האימון מותאמת באופן אינדיבידואלי ועל פי הקורמובידיות, והאימון מבוסס על הנחיות מקובלות לפעילות גופנית. בסיום 12 השבוע מנפיקים מעין מכתב סיכום לרופא המטפל ולמטופל עצמו. המטופלים עצמם ממשיכים להגיע עוד פעמיים בשבוע לאימונים גופניים לשם תחזוקה. הנתונים יאספו ב 4 נקודות זמן, בכניסה למחקר, לאחר 12 שבועות ההתערבות, לאחר 6 חודשים מההתערבות (9 חודשים) ולאחר 12 חודשים מההתערבות [56].

הטמעת תכניות התערבות במערך הרפואי לטיפול בחולי סוכרת בישראל - סקר מקצועות הבריאות בישראל

בסקר שנערך בקרב אנשי המקצוע מתחום הבריאות (רופאים, פיזיולוגים של המאמץ, פיזיותרפיסטים, מאמנים ומורים לספורט) נשאלו המשתתפים כיצד לדעתם יש להטמיע תכנית לאומית לפעילות גופנית בקרב חולי סוכרת סוג 2. על פי תוצאות הסקר נראה כי בישראל קיימת מודעות לחשיבות הפעילות הגופנית לבריאות החולים, עם 97.8% מהמשיבים שצינו את הצורך לשלב את הפעילות הגופנית במערך הטיפול הכוללני בחולי סוכרת. המשיבים העידו ככלל כי הם רואים חשיבות בפ"ג לבריאותם של סוכרתיים ופעילות גופנית צריכה להשתלב במערך הטיפול הרפואי, ללא הבדל משמעותי בין המקצועות של המשיבים.

תשתיות לאומיות והסברה

מסקר מקצועות הבריאות, ניכר שיש צורך לתגבר ברמה לאומית ייעוץ רב תחומי לחולי הסוכרת (57.3%) ועל תכנית כזו להיות ממומנת ישירות ע"י קופות החולים בסל הבריאות (77.1%). כמו כן יעילות ההסברה במערכת הבריאות, לחשיבותה של הפעילות הגופנית עבור חולי סוכרת בישראל נתפסת כלא מספקת, ובנוסף עולה כי 41.8% ממשיבי הסקר בקיאים רק באופן חלקי בהמלצות המקובלות והעדכניות לפעילות גופנית לחולי סוכרת מסוג 2.

מרבית משיבי הסקר ציינו כי חשוב לתגבר את ההמלצות לפעילות תוך בקרה ומעקב מקרוב ומרחוק. בהתאם לתוצאות המחקר הנוכחי ובהמלצתנו, מערך טיפול רב תחומי צריך להיות ממומן בסל הבריאות והמסגרת המתאימה ביותר לכך על פי משיבי הסקר היא בשירותי קופות החולים (33%) ו/או באופן עצמאי תוך ניטור וליווי צמוד מרחוק (32%).

קיימת חשיבות רבה להטמעת פעילות ואימון גופני כאמצעים מרכזיים לשמירה על המאזן הגליקמי והבריאות הכללית בחולי סוכרת ובטרם סוכרתיים. ההמלצות ונקיטת אמצעי הזהירות הינם אינדיבידואלים ומשתנים בהתאם לסוג הסוכרת, גיל, מגדר, רמת הפעילות והכושר הגופני, נוכחות של סיבוכי סוכרת שונים, מצב בריאותי ותפקודי כללי ובהתאם להעדפות ולצרכים האישיים של כל מטופל. יש לשלב פעילות גופנית יזומה אירובית ואימוני התנגדות משולבים עם מרכיבי כושר גופני נוספים לשימור הכושר הגופני והתפקוד, כמו גם להמליץ על הפחתת זמן ישיבה עם הפסקות יזומות של הישיבה באמצעות פעילויות שונות, תוך התאמה אישית למטופל על פי סדר יומו, ומצבו הקליני. קיימת חשיבות למסגרת מתאימה שתסייע לחולה הסוכרת לשנות התנהגות לאורח חיים בריא תוך קידום ואימוץ פעילות גופנית כחלק מאורח חיים זה. לשם כך קיימת חשיבות רבה לשילובם של אנשי מקצוע מתאימים, מוסמכים, ומנוסים מתחום הרפואה, הפיזיולוגיה של המאמץ, התזונה הקלינית, קידום הבריאות, הפיזיותרפיה והכושר הגופני והאימון, כחלק ממערך הטיפול בחולים סוכרתיים. בהתחשב במודלים שכבר פותחו בעולם יחד עם הבנת הצרכים והמסגרות הטיפוליות השונות במדינת ישראל ניתן ליישם מודל רב תחומי הכולל תכנית אינטגרטיבית לטיפול במחלת הסוכרת תוך שיתוף פעולה מובנה בין הרופא המטפל, פיזיולוג המאמץ, הדיאטנים הקליניים, פיזיותרפיסטים ומאמני כושר אשר עברו הכשרה ייחודית בתחום. מודל כזה ניתן לשלב במסגרת הקהילה וקופות החולים כחלק ממערך לאומי לטיפול ולהתמודדות עם מחלת הסוכרת בישראל.

1. Lee DC, Sui X, Church TS, & al. Changes in fitness and fatness on the development of cardiovascular disease risk factors: hypertension, metabolic syndrome, and hypercholesterolemia. *Journal of the American College of Cardiology*. 2012 Feb 14; 59(7): 665-72.
2. Sluik D, Buijsse B, Muckelbauer R, & al. Physical activity and mortality in individuals with diabetes mellitus: a prospective study and meta-analysis. *Archives of internal medicine*. 2012 Sep 24; 172(17): 1285-95.
3. Aune D, Norat T, Leitzmann M, & al. Physical activity and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and dose-response meta-analysis.
4. Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, & al. Exercise and type 2 diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes care*. 2010 Dec 1; 33(12): e147-67.
5. Colberg, Sheri R & al. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes care*, 2016, 39.11: 2065-2079.
6. Rydén L, Grant PJ, Anker SD, & al. ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD: The Task Force on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases of the European Society of Cardiology (ESC) and developed in collaboration with the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *European heart journal*. 2013 Oct 14; 34(39): 3035-87.
7. Dube MC, Lavoie C, Weisnagel SJ. Glucose or intermittent high-intensity exercise in glargine/glulisine users with T1DM. *Medicine and science in sports and exercise*. 2013 Jan 1; 45(1): 3-7.
8. Boulé NG, Haddad E, Kenny GP, & al. Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. *Jama*. 2001 Sep 12; 286(10): 1218-27.

9. Sigal RJ, Kenny GP, Wasserman DH, & al. Physical activity/exercise and type 2 diabetes: a consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes care*. 2006 Jun 1; 29(6): 1433-8.
10. Goodyear LJ, Kahn BB. Exercise, glucose transport, and insulin sensitivity. *Annual review of medicine*. 1998 Feb; 49(1): 235-61.
11. Chimen M, Kennedy A, Nirantharakumar K, & al. What are the health benefits of physical activity in type 1 diabetes mellitus? A literature review. *Diabetologia*. 2012 Mar 1; 55(3): 542-51.
12. Fujiwara, Shunsuke Eguchi, Hiroki Murayama & al. Relationship between diet/exercise and pharmacotherapy to enhance the GLP-1 levels in type 2 diabetes. *Endocrinol Diabetes Metab*. 2019 May 16; 2(3).
13. X R Pan, G W Li, Y H Hu, & al. Effects of Diet and Exercise in Preventing NIDDM in People with Impaired Glucose Tolerance. The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care*, 1997 Apr; 20(4): 537-44.
14. Jaana Lindström, Anne Louheranta, Marjo Mannelin, The Finnish Diabetes Prevention Study (DPS): Lifestyle Intervention and 3-year Results on Diet and Physical Activity. *Diabetes Care*, 2003 Dec; 26(12): 3230-6.
15. William C Knowler, Elizabeth Barrett-Connor, Sarah E Fowler & al. Reduction in the Incidence of Type 2 Diabetes with Lifestyle Intervention or Metformin. *N Engl J Med*, 2002 Feb 7; 346(6): 393-403.
16. American Diabetes Association. 3. Foundations of care and comprehensive medical evaluation. *Diabetes Care*. 2016 Jan 1; 39 (Supplement 1): S23-35.
17. Exercise and type 2 diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. American College of Sports Medicine., American Diabetes Association. *Diabetes Care*. 2010 Dec; 33(12): e147-67.
18. David L. 2019 ESC Guidelines on diabetes, pre-diabetes, and cardiovascular diseases developed in collaboration with the EASD. *European heart journal*. 2020 Jan 1; 41(2): 255-323.

19. Hordern MD, Dunstan DW, Prins JB, & al. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes and pre-diabetes: a position statement from Exercise and Sport Science Australia. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2012 Jan 1; 15(1): 25-31.
20. Mendes R, Sousa N, Barata JT. Physical activity and public health: recommendations for exercise prescription. *Acta medica portuguesa*. 2011; 24(6): 1025-30.
21. Tudor-locke c, craig cl, thyfault jp, spence jc. a step-defined sedentary lifestyle index: < 5000 steps/day. *applied physiology, nutrition, and metabolism*. 2013; 38(2): 100-14.
22. Mendes r, sousa n, almeida a, subtil p, guedes-marques f, reis vm, themudo-barata jl. Exercise prescription for patients with type 2 diabetes—a synthesis of international recommendations: narrative review. *British journal of sports medicine*. 2016 nov 1; 50(22): 1379-81.
23. נייס ש, קונסטנטיני נ. מרשם אישי לאימון גופני ולבריאות. מהדורה שנייה. 2013. דפוס איילון ירושלים. פרק י"ג: אימון לפיתוח הכושר הארובי.
24. Roxburgh BH, Nolan PB, Weatherwax RM, Dalleck LC. Is moderate intensity exercise training combined with high intensity interval training more effective at improving cardiorespiratory fitness than moderate intensity exercise training alone? *Journal of sports science & medicine*. 2014 Sep; 13(3): 702.
25. Exercise and type 2 diabetes: The American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *American College of Sports Medicine., American Diabetes Association. Diabetes Care*. 2010 Dec; 33(12): e147-67.
26. Hansen d, peeters s, zwaenepoel b, verleyen d, wittebrood c, timmerman n, schotte m. Exercise assessment and prescription in patients with type 2 diabetes in the private and home care setting: clinical recommendations from axxon (Belgian physical therapy association). *Physical therapy*. 2013 may 1; 93(5): 597-610.

27. פעילות גופנית במסגרת מניעה ראשונית ושניונית של מחלות לב וכלי דם מאת האיגוד הקרדיולוגי בישראל והחברה לרפואת ספורט בישראל. ההסתדרות הרפואית בישראל, המועצה המדעית, האגף לאבטחת איכות. פרק 4, 2012. (17).
28. Sonchan W, Moungmee P, Sootmongkol A. The Effects of a Circuit Training Program On Muscle Strength, Agility, Anaerobic Performance and Cardiovascular Endurance. *International Journal of Medical, Health, Biomedical, Bioengineering and Pharmaceutical Engineering*. 2017 Apr 1; 11(4): 170-3.
29. Cauza E, Hanusch-Enserer U, Strasser B, Ludvik B, Metz-Schimmerl S, Pacini G, Wagner O, Georg P, Prager R, Kostner K, Dunky A. The Relative Benefits of Endurance and Strength Training On the Metabolic Factors and Muscle Function of People with Type 2 Diabetes Mellitus. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2005 Aug 1; 86(8): 1527-33.
30. Tokmakidis Sp, Zois Ce, Volaklis Ka, Kotsa K, Touvra Am. The Effects of a Combined Strength and Aerobic Exercise Program On Glucose Control and Insulin Action in Women with Type 2 Diabetes. *European Journal of Applied Physiology*. 2004 Aug; 92(4): 437-42.
31. Abate m, schiavone c, pelotti p, salini v. Limited joint mobility in diabetes and ageing: recent advances in pathogenesis and therapy. *Int j immunopathol pharmacol* 2010; 23: 997–1003.
32. Pan b, ge l, xun yq, chen yj, gao cy, han x, zuo lq, shan hq, yang kh, ding gw, tian jh. Exercise training modalities in patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review and network meta-analysis. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*. 2018 DEC; 15(1): 72.
33. Morrison s, colberg sr, mariano m, parson hk, vinik ai. Balance training reduces falls risk in older individuals with type 2 diabetes. *Diabetes care*. 2010 apr 1; 33(4): 748-50.
34. De mettelinge tr, cambier d, calders p, van den noortgate n, delbaere k. Understanding the relationship between type 2 diabetes mellitus and falls in older adults: a prospective cohort study. *Plos one*. 2013 jun 25; 8(6): e67055.

35. Mohtashami, s. Et al. "evaluation of balance in patients with diabetic peripheral neuropathy after a 4-week functional and balance exercise program." Arak medical university journal 16 (2013): 67-75.].
36. Jacobson bh, thompson b, wallace t, brown l, rial c. Independent static balance training contributes to increased stability and functional capacity in community-dwelling elderly people: a randomized controlled trial. Clinical rehabilitation. 2011 jun; 25(6): 549-56.
37. Salsabili h, bahrpeyma f, forogh b, rajabali s. Dynamic stability training improves standing balance control in neuropathic patients with type 2 diabetes. Journal of rehabilitation research & development. 2011 oct 1; 48(7).
38. Xiao cm, zhuang yc. Effects of tai chi ball on balance and physical function in older adults with type 2 diabetes mellitus. Journal of the american geriatrics society. 2015 jan; 63(1): 176-7.
39. Ebrahimi f, mahdavinejad r, jalily h. The effects of selected pilates exercises on muscle strength, balance and hba1c in female patients with diabetes type 2. Journal of exercise science and medicine. 2015 sep 23; 7(2): 251-65.
40. Yardley je, kenny gp, perkins ba, riddell mc, malcolm j, boulay p, khandwala f, sigal rj. Effects of performing resistance exercise before versus after aerobic exercise on glycemia in type 1 diabetes. Diabetes care. 2012 apr 1; 35(4): 669-75.
41. Eckel rh, grundy sm, zimmet pz. The metabolic syndrome. The lancet. 2005 apr 16; 365(9468): 1415-28.
42. Snowling nj, hopkins wg. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: a meta-analysis. Diabetes care. 2006 nov 1; 29(11): 2518-27.
43. Shahar j, hamdy o. Medication and exercise interactions: considering and managing hypoglycemia risk. Diabetes spectrum. 2015 feb 1; 28(1): 64-7.
44. Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. Diabetes care, 2016, 39.11: 2065-2079.
45. <https://www.diabeteshealth.com/exercise-often-raises-blood-glucose-in-type-1-diabetes/>

46. <http://www.diabetesincontrol.com/insulin-pump-use-and-exercise-strategies/>
47. Doi, S. A., Furuya-Kanamori, L., Toft, E., Musa, O. A., Mohamed, A. M., Clark, J., & Thalib, L. (2020). Physical activity in pregnancy prevents gestational diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 168, 108371.
48. Ebert, T., Stepan, H., Schrey, S., Kralisch, S., Hindricks, J., Hopf, L., ... & Blüher, M. (2014). Serum levels of irisin in gestational diabetes mellitus during pregnancy and after delivery. *Cytokine*, 65(2), 153-158.
49. Dor-Haim, H., Katzburg, S., & Leibowitz, D. (2019). A novel digital platform for a monitored home-based cardiac rehabilitation program. *J Vis Exp*, 146, e59019.
50. Katzburg, S., Dor-Haim, H., Weiss, A. T., & Leibowitz, D. (2019). Detection of unexpected ischaemia due to left main disease during tele-rehabilitation using 12-lead electrocardiogram monitoring: a case report. *European Heart Journal-Case Reports*, 3(2), ytz073.
51. חוזר חטיבת הרפואה משרד הבריאות לשיקום לב מרחוק נוב' 2018 :
https://www.health.gov.il/hozer/mr11_2018.pdf
52. Moser O, Riddell MC, Eckstein ML, Adolfsson P, Rabasa-Lhoret R, van den Boom L, Gillard P, Nørgaard K, Oliver NS, Zaharieva DP, Battelino T. Glucose management for exercise using continuous glucose monitoring (CGM) and intermittently scanned CGM (isCGM) systems in type 1 diabetes: position statement of the European Association for the Study of Diabetes (EASD) and of the International Society for Pediatric and Adolescent Diabetes (ISPAD) endorsed by JDRF and supported by the American Diabetes Association (ADA). *Diabetologia*. 2020 Dec; 63(12): 2501-20.
53. Jaklevic, Mary Chris. New Guidance for Type 1 Diabetes Continuous Glucose Monitoring Use During Exercise. *JAMA*, 2021, 325.3: 211-212.
54. Mendes R, Sousa N, Reis VM, Themudo-Barata JL. Implementing low-cost, community-based exercise programs for middle-aged and older patients with type 2 diabetes: what are the benefits for glycemic control and cardiovascular risk? *International journal of environmental research and public health*. 2017 Sep; 14(9): 1057.

55. Implementing Low-Cost, Community-Based Exercise Programs for Middle-Aged and Older Patients with Type 2 Diabetes: What Are the Benefits for Glycemic Control and Cardiovascular Risk? - Int J Environ Res Public Health. 2017 Sep; 14(9): 1057.
56. Hale, Leigh, et al. Protocol for a randomized controlled trial to evaluate the effectiveness of the diabetes community exercise and education program (DCEP) for long-term management of diabetes. BMJ open, 2019, 9.2: e025578.