
גמישות שריר ההמסטרינגס, יכולת תפקודית במשחק הכדורסל ופציעות בקרב שחקני כדורסל

דרור ניב,¹ עידו ריינגולד,¹ יובל פייגין,¹ נמרוד פליקס,¹ רן ינוביץ,¹⁻³

¹ הקריה האקדמית אונו

² מכללת סמינר הקיבוצים

³ האוניברסיטה העברית בירושלים

תקציר

בשנים האחרונות מתרחב המחקר בעולם הספורט על אודות ההשלכות הקליניות של פציעות בשריר ההמסטרינגס. על אף המידע המתואר בספרות מועט הוא הדגש על גמישות שריר המסטרינגס והשפעתה על ביצועים או על היותה גורם סיכון לפציעות בפרט בקרב שחקני כדורסל צעירים. מחקר זה נועד לבדוק את הקשר בין גמישות ההמסטרינגס לבין ביצועים ושכיחות הפציעות בקרב שחקני כדורסל צעירים. במחקר שנערך בשנים 2022-2023 בקרב 114 שחקני כדורסל צעירים בני 12-17, נאספו נתונים אנתרופומטריים, תוצאות מבחן גמישות שריר ההמסטרינגס ונתוני ביצועיים גופניים. הממצאים מלמדים על כך ששחקנים עם גמישות גבוהה של שריר ההמסטרינגס מציגים ביצועים גופניים טובים יותר. נמצא גם כי אין הוכחה חדה לקשר בין גמישות שריר ההמסטרינגס לפציעות. יש לציין שבמחקרים נוספים נמצא קשר בין גמישות שריר ההמסטרינגס לפציעות. מחקר זה מצביע על חשיבות הגמישות בספורט ועל תרומתם של תרגילי גמישות לשיפור הביצועים ולמניעת פציעות. נדרשים מחקרים נוספים להעמקת ההבנה בנושא.

תאריכים: המסטרינגס, פציעות, ביצועים גופניים, כדורסל, גמישות

שחקני כדורסל נדרשים לעמוד במגוון רחב של פעולות פונקציונליות הדורשות ביצועים מרביים לאורך עונה ממושכת. כתוצאה מכך, שחקנים רבים מפתחים נוקשות בשרירים, במיוחד בשרירי הירכיים, המפשעה והגב התחתון (Laver et al., 2020). כיום מאמני קבוצות כדורסל רבות מודעים לעייפות המצטברת ולתהליכים הפיזיולוגיים השונים המתרחשים לאורך העונה, ולכן מתבצעים במהלכה מבדקי שדה לצמצום גורמי הסיכון לפציעות (Gabbett, 2008).

אנטומיה של קבוצת שריר ההמסטרינגס

קיימים משתנים רבים המשפיעים על ביצועיים גופניים, כאשר אנטומיית הגוף בכלל והשרירים בפרט הם בין החשובים ביותר. בפעילות גופנית הנושאת משקל גוף, חשיבות זאת באה לידי ביטוי ביתר שאת באנטומיית שרירי פלג הגוף התחתון בדגש על שרירי האזור האחורי של הירך. במדור האחורי של הירך נמנים שלושה שרירים: סמיממבנוזוס (SM), סמיטננדווס (ST), השריר הדו-ראשי (BF), אשר לו יש ראש ארוך (BFLH) וראש קצר (BFSH), כאשר הקומפלקס של כל שלושת השרירים הללו נקרא שריר ההמסטרינגס. לקבוצת שריר ההמסטרינגס שתי פונקציות: פשיטת הירך וכפיפת הברך במישור החיצו (Timmins et al., 2020).

מבין שלושת השרירים, שני שרירים והראש הארוך של הדו-ראשי חוצים הן את מפרק הירך והן את מפרק הברך (SM, ST ו-BFLH), ואילו הראש הקצר (BFSH) חוצה רק את מפרק הברך, לכן הפונקציה שלו תשפיע רק על מפרק הברך במהלך כיווץ שרירי ההמסטרינגס כולם (Timmins et al., 2020). אנטומיית כל אחד משרירי המדור האחורי של הירך מפורטת בלוח 1.

לוח 1. שרירי המדור האחורי של הירך (Rolls & George, 2004)

שם השריר	תחל	אחז	תפקיד עיקרי
Semimembranosus (SM)	Lateral aspect of Ischial tuberosity	Medial condyle of tibia	Hip extension Knee flexion Knee medial rotation
Semitendinosus (ST)	Medial aspect of Ischial tuberosity	Pes anserine	Hip extension Knee flexion Knee medial rotation
Biceps femoris long head (BFLH)	Lateral aspect of Ischial tuberosity	Head of fibula	Hip extension Knee flexion Knee lateral rotation
Biceps femoris short head (BFSH)	Linea aspera	Head of fibula	Knee flexion Knee lateral rotation

מלוח 1 נגזר שהאנטומיה של קומפלקס שריר ההמסטרינגס ייחודית ועלולה להיות אחת הסיבות לשכיחות הגבוהה של פציעות בקבוצת שרירים זו. זאת לנוכח העובדה ששריר ארוך ודו-מפרקי חשוף יותר לפציעות (Timmins, et al., 2020). המונחים אי-ספיקה אקטיבית ופסיבית הם מצבים תפקודיים המתרחשים בשרירים מרובי מפרקים. אי-ספיקה אקטיבית היא חוסר יכולתו של השריר לבצע פעולה מלאה מעל שני המפרקים שעליהם הוא פועל בו-זמנית. לדוגמה, אי-ספיקה אקטיבית של שריר ההמסטרינגס היא חוסר יכולתו של השריר לבצע פשיטה מלאה

בירך וכיפוף מלא בברך. אי-ספיקה פסיבית היא חוסר יכולתו של שריר דו-מפרקי או רב-מפרקי להתארך באופן מרבי בשני המפרקים שהוא חוצה. יש לציין שכאשר בוחנים פעילות ספורטיבית כמו ספרינט או בעיטה בכדור, אי-ספיקה פסיבית של שריר ההמסטרינגס עלולה לגרום לפציעה (Neumann, 2002).

הקשר בין גמישות השרירים לפציעות

פציעות בגפיים התחתונות שכיחות בענפי הספורט השונים כמו כדורגל, כדורסל, כדורעף והוקי שדה. נוסף על ההתמודדות הנפשית של הספורטאי עם הפציעה, קיימות השלכות להשבתתו כגון עלויות טיפול גבוהות הכרוכות בפציעות אלה, ועל כן חשובה מניעתן (Depino et al., 2000). פציעות בשרירי ההמסטרינגס מדווחות כסוג הפציעה הנפוץ ביותר בענפי ספורט רבים. למרות מגוון אסטרטגיות התערבות, השכיחות של פציעה זו בקרב שחקני כדורגל המשחקים בליגת האלופות של איגוד התאחדויות הכדורגל האירופיות עלתה ב-4% בשנה בעשור האחרון. יתר על כן, 27.9% מהשחקנים חוו לפחות פציעה אחת בשריר הירך האחורי ושיעור הפציעות החוזרות היה 23%. שחקנים שנפצעו היו מבוגרים וכבדים יותר באופן מובהק ובעלי מדד מסת גוף גבוהה יותר בהשוואה לשחקנים שלא נפצעו (Shalaj et al., 2020). פציעות מתיחה של שריר ההמסטרינגס, השכיחות ביותר בקרב שחקני כדורגל, גורמות לאובדן ימי אימון וזמן משחק, פוגעות בהצלחת הפרט והקבוצה וגורמות לעלויות כספיות עצומות למועדוני כדורגל. על פי מחקרים פרוספקטיביים שנערכו בקרב שחקני כדורגל עילית באירופה, פציעות מתיחת שריר הירך האחורי היו 12%-16% מכלל הפציעות שנגרמו ו-37%-47% מכלל פציעות השרירים, והן מייצגות את הפציעה ללא מגע הנפוצה ביותר (Shalaj et al., 2020).

שרירי ההמסטרינגס ממלאים תפקיד מכריע במשחק הכדורגל במיומנויות בעיטה ובריצת ספרינט. במהלך בעיטת כדורגל שריר ההמסטרינגס מתכווץ כדי ליצור כוח ומומנטום המאפשרים לשחקן להניע את הכדור במהירות. באופן דומה, בריצת ספרינט השרירים הללו חיוניים ליצירת כוח ולהנעת הגוף קדימה. כאשר כף הרגל דוחפת את הקרקע, שרירי ההמסטרינגס מתכווצים כדי לבצע פשיטה בירך ולהניע את הגוף במהירות קדימה. שרירי הירך האחוריים ממלאים תפקיד חיוני הן בבעיטות והן בריצות במתן כוח, יציבות ושליטה לתנועות פלג הגוף התחתון (Gambetta, 2007). בדומה למשחק הכדורגל, משחק הכדורסל מערב מגע בין השחקנים וכולל מאמצים גופניים רבים, למשל, האצות, קפיצות ושינויי כיוון. אחת הדרכים שבהן הכדורסלנים יכולים לשמור על רמה מרבית של ניידות וגמישות היא הקפדה על ביצוע תרגילי מתיחות להגברת טווחי התנועה במפרקים. ניתן להגדיר מתיחות כפעולה של הפעלת כוח להארכת שרירים ורקמות חיבור. יש לציין כי במחקרים שונים נמצא כי גמישות תורמת לביצועים גופניים ולהפחתת הסיכונים לפציעה (Andersen, 2005; Notarnicola et al., 2017).

גמישות מתוארת כיכולת להניע את המפרק ואת קבוצות השרירים הסובבות אותו באמצעות טווח תנועה (range of motion), והיא נחשבת לאחד מחמשת המרכיבים החיוניים לכושר גופני (American College of Sports Medicine, 1998). כיוון שכך, תרגילי המתיחה חיוניים בתוכניות אימון יום-יומיות כמו גם לפני תחרויות רשמיות, משום שהגמישות מונעת פציעות שרירים וממזערת כאבי שרירים

לאחר פעילות (Andersen, 2005). שיפור הגמישות הוא אפוא מרכיב מחייב בתוכנית האימונים של ספורטאים (Candra, 2018). מחקרים קודמים שבוצעו בקרב שחקני כדורסל, דיווחו על שיפור משמעותי בגמישות לאחר מתיחות. ספורטאים ומאמנים מאמצים את טכניקת המתיחה האקטיבית סטטית, מכיוון שהיא מבוצעת באופן אקטיבי וקל לביצוע. לפי שיטה זו, המתיחה מתבצעת על ידי הגעה לקצה טווח התנועה והחזקת המתיחה במיקום המתוח למשך 15-60 שניות (Rodríguez-Rosell et al., 2017).

אפידמיולוגיה של פציעות כדורסל

כדורסל הוא ספורט מגע עם תנועות מורכבות הכוללות קפיצות ושינויי כיוון הגורמים לפציעות שלד-שריר תכופות בכל אזור הגוף. בסקירה שכללה 11 מאמרים העוסקים באפידמיולוגיה של פציעות ספורט בכדורסל נצפו 12,960 פציעות, רובן התרחשו בגפיים התחתונות (63.7%), עם 2,832 (21.9%) פציעות בקרסול ו-2,305 (17.8%) פציעות בברך. פציעות בגפיים העליונות היוו 12%-14% מסך הפציעות. הגפיים התחתונות הן אזור הפגיעה המושפע ביותר בקרב שחקני כדורסל, ללא קשר למין וגיל. באזורים האנטומיים פציעות ברכיים וקרסול הן הנפוצות ביותר. ההסתברות לפגיעה בידים, באצבעות ובשרש כף היד זהה עבור ילדים, בני נוער ומבוגרים מקצועיים (Andreoli et al., 2018).

כדורסל הוא אחד מענפי הספורט הפופולריים ביותר בארצות הברית, למעלה ממיליון ספורטאים בגילי תיכון שיחקו במהלך שנת לימודים. נתוני פציעות הקשורים לכדורסל נאספו במהלך השנים האקדמיות 2005-2006 ו-2006-2007 מ-100 בתי ספר תיכוניים. במהלך שנים אלו ספגו שחקני כדורסל 1,518 פציעות. המיקום האנטומי של אזור הפגיעה השכיח ביותר היה הקרסול/כף הרגל (39.7%), הברך (14.7%), ראש/פנים/צוואר (13.6%), זרוע/יד (9.6%) וירך/שוק (8.4%). האבחנות השכיחות ביותר היו נקעים ברצועה (44.0%), מתיחות שרירים/גידים (17.7%), חבלות (8.6%), שברים (8.5%) וזעזוע מוח (7.0%) (Borowski et al., 2008). מספר הביקורים השנתיים במיון ילדים, הקשורים לפציעות בכדורסל, מתקרב ל-300,000 ומדגים את היקף בעיית בריאות הציבור בתחום זה בארצות הברית. בשנים 2000-2006 היו 325,465 ביקורים במחלקות מיון ילדים עקב פציעות הקשורות לכדורסל. חמש הפציעות השכיחות ביותר היו נקעים בקרסול (21.7%), נקעים באצבעות (8.0%), שברים באצבעות (7.8%), נקעים בברך (3.9%) וחתכים בפנים (3.9%) (Owoeye et al., 2020).

הקשר בין כאבי גב תחתון לחוסר גמישות בשרירי ההמסטרינגס

כאבי גב תחתון (להלן, LBP – Lower Back Pain) הם הגורם המוביל לנכות בעולם המשפיע הן על האוכלוסייה הכללית והן על ספורטאים כאחד. כאבי גב משפיעים על עד 85% מהאוכלוסייה בשלב מסוים בחייהם. LBP מדווחים רק לעיתים רחוקות לפני גיל 10, עם זאת, במהלך גיל ההתבגרות ישנה עלייה מהירה בדיווח על LBP, ובגיל 17 שיעור הדיווח כמעט זהה לזה של מבוגרים (שכיחות של 70%). בעוד שהרוב (70%-80%) משתפרים מאפיזודה חריפה במשך תקופה של שלושה חודשים ללא קשר לטיפול, אצל 50%-80% תהיה לפחות אפיזודה אחת חוזרת.

LBP הוא הגורם השכיח ביותר לנכות בקרב אנשים מתחת לגיל 45, והבעיה הבריאותית היקרה ביותר בגילים שבין 20 עד 50 שנים. LBP הוא גם גורם שכיח לאיבוד זמן בספורט. בהתאם לסוג הספורט ולאדם, חשוב להתייחס לגמישות היחסית של שרירי הירך האחורי. בדרך כלל, שרירים 'מתוחים' או 'מוקצרים' עשויים להשפיע על הביומכניקה ועל השליטה המוטורית של עמוד השדרה המותני (Brokner & Khan, 2017). מספר גורמי סיכון הוערכו ביחס לפגיעה ולכאבי גב תחתון אצל ספורטאים, ביניהם גמישות שריר הירך האחורי (Bono, 2004).

נוסף על פעולות כיפוף הברך, רוטציית הטיביה (עצם השוק) ופשיטת הירך, שרירי ההמסטרינגס מסייעים ליציבה, לייצוב הליבה ולתנועת עמוד השדרה. אם שרירי ההמסטרינגס מכווצים, הם יכולים להגביל את התנועה באגן. אם לאגן יש תנועה מוגבלת, שרירי הגב התחתון עשויים להתכווץ, מה שעלול להוביל להתפתחות כאבי גב תחתון. ממצאי מחקר (Mistry et al., 2014) מראים כי גמישות מוגבלת בשרירי ההמסטרינגס קיימת בנבדקים עם כאבי גב תחתון כרוניים. כלומר, מגבלה זו עשויה להיות אחד הגורמים להתפתחות כאבי גב תחתון, והכאב עלול להיות כרוני אם היא אינה מטופלת (Mistry et al., 2014). הפתולוגיה השכיחה ביותר המובילה לכאבי גב תחתון בספורטאים צעירים היא ספונדילוליזיס. ספונדילוליזיס מהווה 47% מכאבי גב תחתון אצל מתבגרים לעומת 5% במבוגרים. בבדיקה הגופנית ניתן להתרשם מתסמינים ומסימפטומים שונים, אך אחד הממצאים הנפוצים ביותר הוא מגבלה בגמישות של שריר הירך האחורי. מומלץ אפוא לבצע תרגילים המדגישים את ייצוב הגו ואת גמישות הגפיים התחתונות (Baker & Patel, 2005).

מבחני גמישות לקבוצת שריר ההמסטרינגס

את גמישות שרירי ההמסטרינגס ניתן להעריך באמצעות מספר מבחנים, כמו: SR (Sit & Reach) CSR (Chair Sit & Reach) ו-BSSR (Back Saver Sit & Reach), הנחשבים בדרך כלל מבחני שדה מקובלים לבדיקת גמישות שרירי הירך אחורי (American College of Sports Medicine, 1998). כמו כן, בדיקת SLR (Raise Straight Leg) היא בדיקה הבודקת בעקיפין את יכולת המתיחה של שרירי ההמסטרינגס (Boland & Adams, 2000).

מבחן CSR מתבצע על כיסא מתקפל שגובהו 40 ס"מ. המשתתפים במבחן מתבקשים לשבת בקצה הקדמי של הכיסא וליישר את הרגל הנבדקת, כך שהעקב נוגע ברצפה וכף הרגל מכופפת (ankle sagittal dors flexion). הרגל השנייה מכופפת כך שכף הרגל מונחת על הרצפה כלפי מטה. ההנחיה למשתתפים היא שברגל ישרה ככל האפשר, בזרועות פשוטות קדימה כשכפות הידיים מונחות זו על גבי זו כלפי מטה, יש לכופף את מפרק הירך לאט קדימה ולשמור על גב וצוואר ישרים ככל האפשר. עליהם למתוח את הזרועות בניסיון לגעת באצבעות כף הרגל (Baltaci et al., 2003). מבחן BSSR מתבצע בעזרת קופסת SR (Sit & Reach). המשתתף יושב מול קופסת ה-SR ומיישר רגל אחת במלואה, כך שכף הרגל מונחת כנגד קצה הקופסה. לאחר מכן, הוא מכופף את רגלו השנייה, כך שכף הרגל מונחת על הרצפה ובמרחק של 7-10 ס"מ לצד הברך הישרה. כשהרגל ישרה ככל האפשר והידיים מונחות זו על גבי זו כלפי מטה, המשתתף מושיט את זרועותיו לאט קדימה ככל האפשר לאורך הקופסה (Baltaci et al., 2003). בדיקת ה-SLR מבוצעת כשהמטופל שוכב על הגב ברגליים ישרות. הבודק מרים באופן פסיבי את הרגל הנבדקת על ידי כיפוף מפרק הירך, תוך שמירה על יישור הברך. כמו כן, מנח

הקרסול נמצא בכפיפה קלה לאורך הבדיקה כדי למנוע עומס עצבי נוסף. בסוף טווח תנועת הכיפוף נמדדת זווית מפרק הירך עם גוניומטר אוניברסלי (Andersen, 2005).

במחקר הנוכחי ביצענו את מבחן ה-SR בעזרת קופסת SR, ונפרט עליו בהמשך בפרק 'שיטות'. בדקנו אם גמישות שריר ההמסטרינגס של שחקני כדורסל צעירים היא אינדיקציה לשכיחות פציעות גבוהה או נמוכה, היות שמדווח מעט מידע מסוג זה בהקשר של כדורסלנים.

גמישות שרירי ההמסטרינגס כגורם מפתח לביצוע מיומנויות ספורט שונות

ידוע כי מתיחה של השריר משפיעה לטווח קצר או כאפקט חולף. השפעת המתיחה יכולה להיות משמעותית יותר אם יבוצעו מספר חזרות כדי לשפר את הגמישות הבסיסית או את טווח התנועה וליצור כוח שריר. שריר בעל גמישות רבה עשוי להשפיע על היכולת הספורטיביות וליצור כוחות טובים יותר בהשוואה לשריר קצר, ושינויים ברכיב האלסטטי של השריר עלולים להשפיע על ייצור הכוח בתנועות כמו קפיצה או ספרינט (Henderson et al., 2010).

במחקר שבדק את הקשר בין גמישות שריר ההמסטרינגס אל מול ביצועים פונקציונליים בספורט, מצאו החוקרים ששחקני כדורגל צעירים בעלי גמישות טובה של שריר ההמסטרינגס השיגו ביצועים וציונים טובים יותר במבחני תאוצה וספרינט, קפיצה ובעיטה בכדור מאשר שחקנים עם גמישות טובה פחות של שריר ההמסטרינגס. תוצאות אלו מצביעות על כך שגמישות שריר הירך האחורי היא גורם מפתח בקרב שחקני כדורגל צעירים לא רק למניעת פציעות, כפי שהסיקו מחקרים קודמים, אלא גם לביצוע מיומנויות ספציפיות למשחק, כגון ספרינט, קפיצה, זריזות ובעיטות. התוצאות שהתקבלו במחקר מצביעות על כך שגמישות בסיסית יכולה להשפיע על ביצועים ספורטיביים. ממצאים אלו תומכים ברצינות שלפיו פיתוח גמישות השרירים חייב להיות חלק מההכשרה הספציפית של שחקני כדורגל החל בגילם מוקדמים (Henderson et al., 2010).

במחקר אחר שבדק 111 עשר כדורגלנים בני 9-19 הוערכה גמישות שריר ההמסטרינגס במבחני גמישות שונים. הצוות הרפואי רשם פציעות בשריר הירך האחורי במהלך העונה התחרותית שלאחר מכן. הנתונים מדווחים כי כ-17% מכלל הנבדקים חוו לפחות פציעה אחת בשריר ההמסטרינגס במהלך תקופת המחקר. תוצאות המחקר הצביעו על כך ששכיחות הפציעות בקרב כדורגלנים צעירים אינה קשורה באופן גלוי לירידה משמעותית בגמישות שריר הירך האחורי (Rolls & George, 2004). מחקר נוסף שבחן 36 שחקני כדורגל מליגת העל האנגלית מצא קשר בין גמישות שריר ההמסטרינגס לפציעות. השחקנים הוערכו במהלך השבוע הראשון של קדם העונה לאנתרופומטריה, גמישות, כוח של הגפיים התחתונות, מהירות וזריזות. במהלכה ובסופה של העונה התחרותית, שנמשכת 45 שבועות, אובחנו ותועדו כל פציעות שריר הירך האחורי. תוצאות המחקר הראו כי על כל ירידה של מעלה אחת בהרמת רגל ישרה אקטיבית, הנטייה לפציעה גדלה פי 1.29 (Henderson et al., 2010).

שחקני כדורסל תחרותיים מבצעים בדרך כלל כ-200 קפיצות ו-150-250 פעילויות מתפרצות, כולל האצות, שינויי קצב וכיוון, עצירות והאצות פתאומיות במהלך משחק. המחקר העריך את ההשפעות קצרות הטווח של תרגילי מתיחות וכוח על מהירות הריצה ועל ביצועי הקפיצה אצל 14 שחקני כדורסל תחרותיים במשך שלושה שבועות. תוצאות המחקר מצביעות על כך שתרגילי מתיחות אינטנסיביים

בעלי אופי סטטי שבוצעו לפני הקפיצה האנכית הפחיתו את היכולות לפיתוח כוח מקסימלי, ואילו תרגילי כוח דינמיים עם עומסים תת מקסימלים משפרים את יכולות אלו (Mikolajec et al., 2012).

מחקרים נוספים תומכים בטענה זו, שיש יתרון למתיחות דינמיות על פני מתיחות סטטיות עבור ביצועיים גופניים. מחקרים אלו הדגימו שיפור בביצועי ספרינט, כוח גפה תחתונה וקפיצה אנכית לאחר ביצוע תרגילי מתיחות דינמיות (Yamaguchi et al., 2005; Hough et al., 2009). בסקירה שסיפקה מידע על אודות כלל הפציעות שחוו ספורטאיות איגוד הכדורסל הלאומי לנשים (WNBA) משנים 2015 עד 2019, נמצא כי מתיחה בשריר הירך האחורי מדורגת במקום 5 מתוך 40 הפציעות השכיחות ביותר (Baker et al., 2020).

שילוב אימוני גמישות בתוכנית השבועית

גמישות אופטימלית לביצועים משתנה בענפי הספורט השונים וקשורה קשר הדוק לסוגי התנועות והפעולות שעל הספורטאי לבצע. ישנם טווחי גמישות אופטימליים עבור ענפי ספורט ופעילויות שונות, והסיכון לפציעות עשוי לגבור כאשר ספורטאי אינו מסוגל להגיע לטווח זה (Baechle & Earle, 2008). פיתוח של גמישות גדולה יותר נועד לשפר את הביצועים, ולעיתים קרובות הוא כרוך בצורך להפעיל התנגדות בטווח התנועה הנדרש לספורט. במקרים מסוימים ניתן לראות בגמישות גדולה יותר כחוליה החסרה בתוכנית הכוח של הספורטאי. זאת משום שהיכולת להפעיל כוח בטווח תנועה גדול יותר יכולה להגביר את הדחף, באמצעות הארכת הזמן שבו הספורטאי יכול להפעיל כוח, אשר בתורו תורם לביצועים משופרים במגוון ענפי ספורט (Massis, 2009). ההשפעות המיידיות של מתיחות על טווח תנועה משמעותיות יותר מייד לאחר ביצוע המתיחה. לאחר מכן, עם משך הזמן, הן יורדות וחולפות. השיפורים המשמעותיים בגמישות נעים בין 3 דקות ל-24 שעות. להשפעות ממושכות יותר נדרשת תוכנית גמישות ייעודית (de Pino et al., 2000; de Weijer et al., 2003; Thacker et al., 2004).

המחקר הנוכחי על גמישות שריר ההמסטרינגס והשפעתה על ביצועים ועל סיכון לפציעות בקרב שחקני כדורסל צעירים מציע תובנות מרכזיות שיכולות להשפיע על תוכניות האימונים ועל הטיפול המקצועי בשחקנים. הבנת הקשר בין גמישות לביצועים ולסיכון לפציעות היא חשובה בייחוד בספורט כמו כדורסל שמציע תנועות מגוונות ודרישות פיזיולוגיות מורכבות. הממצאים המדעיים המוצגים במחקר מלמדים כי ניתן לבצע שיפורים בתוכניות האימונים ובטיפול הפיזיותרפי של השחקנים על מנת לקדם את רמת הגמישות שלהם, לשפר את ביצועיהם ולהפחית את הסיכון לפציעות מיותרות. המחקר מציע תרומה משמעותית לספרות המקצועית בתחום הספורטתרפיה על ידי חשיפת הקשר בין גמישות שריר ההמסטרינגס לביצועים גופניים ולסיכון לפציעות בקרב שחקני כדורסל צעירים. המחקר מספק מידע חשוב ומעמיק על אודות התפקוד הפיזי של השחקנים ועל הקשר בין גמישות לביצועים ספורטיביים ולסיכון לפציעות. על רקע הממצאים שנחשפו במחקר, נוכל לראות כי בקרב המטפלים והמאמנים בתחום הספורט עדיין חסר ידע מקצועי בנושא זה, ולכן דרושים מחקר נוסף והרחבת הידע. בעזרת מחקרים נוספים נוכל להבין טוב

יותר את הקשר בין גמישות, ביצועים גופניים וסיכון לפציעות, ולפתח אסטרטגיות טיפול ואימון מותאמות לצרכים הספציפיים של שחקני כדורסל צעירים.

מטרת המחקר

מטרת המחקר היא לבדוק אם קיים קשר בין גמישות שריר הירך האחורי לבין הביצועים ושכיחות הפציעות בקרב שחקני כדורסל צעירים.

שאלות המחקר:

1. האם יש קשר בין גמישות שריר ההמסטרינגס לשכיחות הפציעות?
2. האם יש קשר בין גמישות שריר ההמסטרינגס לביצועים גופניים?

השערות המחקר:

1. שחקנים עם הגבלה בגמישות של שריר ההמסטרינגס יסבלו יותר מפציעות ומהגבלות תפקודיות.
2. שחקנים עם הגבלה בגמישות של שריר ההמסטרינגס ישיגו ביצועים גופניים פחות טובים.

שיטה

המשתתפים

במחקר השתתפו 114 שחקני כדורסל גברים בני 12-18 שנים מ-17 קבוצות באגודת "דור העתיד" בקריית אונו המשחקים בעונת 2022/2023, ללא עדות לפציעות עכשוויות בפלג הגוף התחתון. המשתתפים גויסו למחקר לאחר קבלת הסבר מפורט על המחקר ומטרותיו ולאחר חתימה על טופס הסכמה מדעת (או חתימת אפוטרופוס אם נדרשה).

כלי המחקר

המחקר אושר על ידי ועדת האתיקה המוסדית של המרכז האקדמי אונו (אישור מס' 2023230no). במחקר פרוספקטיבי תצפיתי זה ביצענו מעקב אחר קבוצת השחקנים ותיעדנו את הנתונים האנתרופומטריים ואת היכולות הגופניות הרלוונטיים לשאלות המחקר. חיפשנו במחקר זה יחסים סיבתיים לצורך אישוש השערותינו. בתחילת ובאמצע העונה ביצענו את מבדקי הסקר, צפינו בשחקנים ותיעדנו את שכיחות הפציעות ורמת הביצועים.

מבדקי הסקר כללו:

1. גובה - סרט מדידה המודבק לקיר, הנבדק עומד על רצפה ישרה.
2. משקל גוף - הנבדק עומד על מאזני אדם ללא נעליים.
3. הערכת גמישות שרירי ההמסטרינגס - modified sit & reach test
4. קפיצה אנכית - Vertical Jump - מסוג CMJ (Counter Movement Jump) להערכת הכוח המתפרץ של הגפה התחתונה.
5. הערכת מהירות מקסימלית לאורך חצי מגרש כדורסל שאורכו 14 מטרים - half basketball court sprint

בתחילת המחקר עברו כלל השחקנים בדיקות אנתרופומטריות. הבדיקות הללו כללו בדיקת גובה באמצעות סרט מדידה המודבק לקיר. הבדיקה השנייה הייתה בדיקת משקל, השחקן עמד על משקל אלקטרוני סטנדרטי ללא נעליים. במחקר נעשה שימוש בשלושה מבחנים אשר בדקו יכולות גופניות של שחקני הכדורסל. המבחן הראשון היה modified sit & reach test, מבחן המעריך את גמישות שריר הירך האחורי. בדיקה זו קיימת ברוב מבחני הכושר הקשורים למניעת פציעות מכיוון שההנחה היא ששמירה על גמישות שריר הירך האחורי עשויה למנוע פציעות שרירים כרוניות ואקוטיות (Baltaci et al., 2003).

מבחן ה-SR מתבצע בעזרת קופסת SR. המשתתפים מקבלים תחילה הוראה להסיר את הנעליים ולשבת על הרצפה כשהירכיים, הגב והראש צמודים לקיר. מלבד זאת, הרגליים ישרות במלואן כשהחלק התחתון של כפות הרגליים מונח כנגד קופסת הבדיקה. לאחר מכן הם נדרשים להניח את כפות הידיים זו על גבי זו ולהושיט את זרועותיהם קדימה הכי רחוק שהם יכולים מבלי לאפשר לראש ולגב להתרחק מהקיר. בשלב זה נרשם המרחק בין קצות האצבעות לקצה הקרוב של הקופסה. מאוחר יותר, המשתתפים מונחים להגיע קדימה לאט ובהדרגה, מבלי לכופף את הברכיים, ולהחזיק בעמדה הסופית למשך 2 שניות לפחות (Chung et al., 1999).

מהימנות ותקפות מבחן SR נבדקו במחקר שמטרתו הייתה לקבוע את הקשר של מבחן SR עם מדדי גמישות שריר ההמסטרינגס. המחקר נערך בקרב 100 נערות בנות 13-15 שנים. למדידת הקריטריון ביצעו הנערות מבחן נוסף - SLR, כשלרגליהן הוצמד גוניומטר המשמש כלי מדידה תקף בהערכת טווח תנועה. החוקרים מצאו מתאם של 0.64 בין מבחן SR לבין הממד לקריטריון לגמישות שריר ההמסטרינגס. כמו כן, החוקרים מצביעים על מהימנות 0.96 עבור SR באופן עקבי (Jackson & Baker, 1986).

המבחן השני היה קפיצה אנכית (VJ - Vertical Jump) מסוג CMJ (Counter Movement Jump), המעריך את הכוח המתפרץ של הגפה התחתונה. במהלך CMJ, המשתתף מתחיל ממצב זקוף, יוזם תנועה כלפי מטה על ידי כיפוף הירכיים והברכיים (התנועה הנגדית), ולאחר מכן מאריך במהירות את פלג גופו התחתון לקפיצה אנכית מהקרע. הגובה שהושג במהלך הקפיצה נמדד ומספק תובנה באשר ליכולתו של הפרט ליצור כוח במהירות וביעילות (Baechele & Earle, 2008). הנבדק התבקש לעמוד (בנעליו) עם צד הגוף לקיר בצמוד לסרט המדידה ולהושיט את ידו מעלה. הבודק מודד על גבי סרט המדידה את גובה האצבע האמצעית בכף ידו של הנבדק. הנבדק אווח גיר בידו הצמודה לקיר ובהינתן האות של הבודק, הוא קופץ הכי גבוה שבאפשרותו, פעמיים, ומתבקש לסמן בעזרת הגיר את מיקום הנקודה הכי גבוהה שהגיע אליה. בסיום שתי הקפיצות הבודק בודק את המרחק בין שני הסימונים. תיבחר התוצאה הגבוהה מבין השתיים (Ziv & Lidor, 2010).

המחקר שבוצע בקרב שחקני כדורסל וכדורגל בני 15-18 הצביע על כך שלמבחן זה מהימנות גבוהה ותקפות בינונית באשר להערכת כוח מתפרץ אצל שחקני כדורסל וכדורגל בגילים שונים. תוצאת הגובה המרבית שהשיג נבדק מסוים מהווה אינדיקטור לכוח שרירי הרגליים ויכולה לספק מידע על היכולת התפקודית ועל הביצועים של ספורטאים בענפי ספורט שונים. קפיצה אנכית - VJ - תוארה כתנועה

מורכבת הדורשת רמה גבוהה של סנכרון מוטורי בין מקטעי פלגי הגוף העליון והתחתון. כמו כן, VJ נחשבת למיומנות מוטורית חיונית במגוון ענפי ספורט קבוצתיים כגון כדורסל, כדורגל, כדוריד וכדורעף (Rodríguez-Rosell et al., 2017). המבחן השלישי היה half basketball court sprint, מבחן המעריך את המהירות המקסימלית לאורך חצי מגרש כדורסל. לפני תחילת המבדק יש להסביר לשחקן כי עליו לבלום טרם העצירה על מנת להימנע מפציעה או היתקלות בקיר. ההתחלה היא ממצב סטטי ברגליים מקבילות מאחורי קו הזינוק. אות ההתחלה ניתן במשרוקית. יש להפעיל את שעון העצר בצעד הראשון של השחקן. לשחקן יש שני ניסיונות לביצוע המבדק, כאשר בין הבדיקות יש 3 דקות מנוחה. תיבחר התוצאה הטובה מבין שתי הבדיקות. יש לבצע את המבדק לאחר חימום מספק (Maggioni et al., 2019).

מחקר שמטרתו הייתה לבדוק את ההשפעות של תרגילי כדורסל ואימונים של יכולות ספרינט חוזרות במהלך העונה הסדירה של שחקני כדורסל בוצע בקרב 36 שחקנים בני 18-20, אשר גויסו משתי קבוצות כדורסל ששיחקו בליגת מכללות מקצוענית למחצה. השחקנים ביצעו מבחן 5/10/20 m sprints על מנת להעריך את ההשפעות. ממסקנות המחקר נמצא כי מבחן זה תקף ומהימן (García-Pinillos et al., 2015). נתוני צריכת שירותי רפואה פעילה ופניות לקליניקה נאספו מתוך הקובץ "הרשמה לקליניקה" שהתייחס לעונת 2022/2023 וכלל את כל השחקנים הפצועים שהגיעו לטיפול או לאבחון במהלך תקופה זו. בקובץ צוינו שעות הקבלה, שם המטפל, שם השחקן, שם הקבוצה והמאמן, נושא הפנייה, אבחון או טיפול חוזר ושם המאמן או הסטודנט שקבע את הטיפול. את קליניקת "דור העתיד" מנהלים בוגרי החוג לספורטתרפיה מהפקולטה למקצועות הבריאות של המכללה "הקריה האקדמית אונו", ולכן הנתונים חסויים ומקודדים עם גישה לחוקרי המחקר בלבד.

הליך המחקר

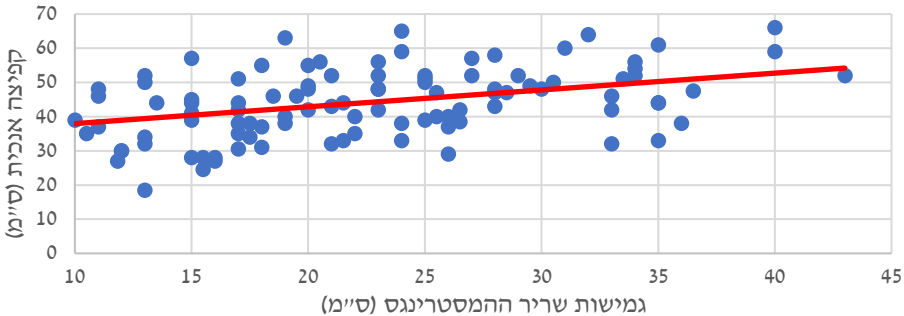
לאחר שחתמו על כתב ההסכמה מדעת ביצעו המשתתפים את בדיקות טרום ואמצע העונה בהתאמה. לאורך העונה ביצענו מעקב על בסיס שבועי בקובץ "הרשמה לקליניקה". נאספו נתונים לגבי פניות השחקנים לקבלת טיפול רפואי. המחקר נערך במהלך חודשי אוקטובר עד מרץ באגודת "דור העתיד" קריית אונו.

ניתוח הנתונים

ניתוח הנתונים התבסס על השוואה תוך-קבוצתית וכלל מבחן פירסון שהוא מדד סטטיסטי המכמת את חוזק ואת כיוון הקשר הליניארי בין שני משתנים, עם ערכים הנעים בין -1 ל-1+. בחרנו במבחן זה על מנת לבדוק את הקשר בין ההשוואות שנעשו בין בדיקת SRT לבין מבחני VJ, half basketball court sprint test ופניות לקליניקה, גם בתחילת העונה וגם בבדיקות אמצע העונה. נוסף על כך נערכה השוואה של הפרשים בין התוצאות בהתחלת העונה ובאמצע העונה. רמת המובהקות נקבעה ל-0.05 עבור כל ההשוואות הסטטיסטיות.

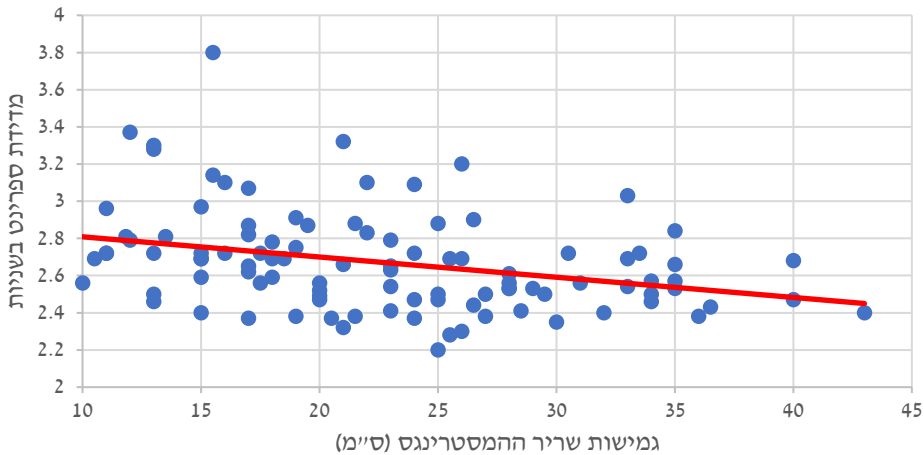
ממצאים

נמצא קשר חיובי בינוני משמעותי בין מבחן ה-SRT לבין קפיצה אנכית בתחילת העונה ($R=0.439$, $p<0.001$). כאשר ככל שריר ההמסטרינגס ארוך יותר, כך נמצאו ביצועי הניתור לגובה טובים יותר, כפי שנראה באיור 1.



איור 1: הקשר בין קפיצה אנכית לגמישות שריר ההמסטרינגס בתחילת העונה

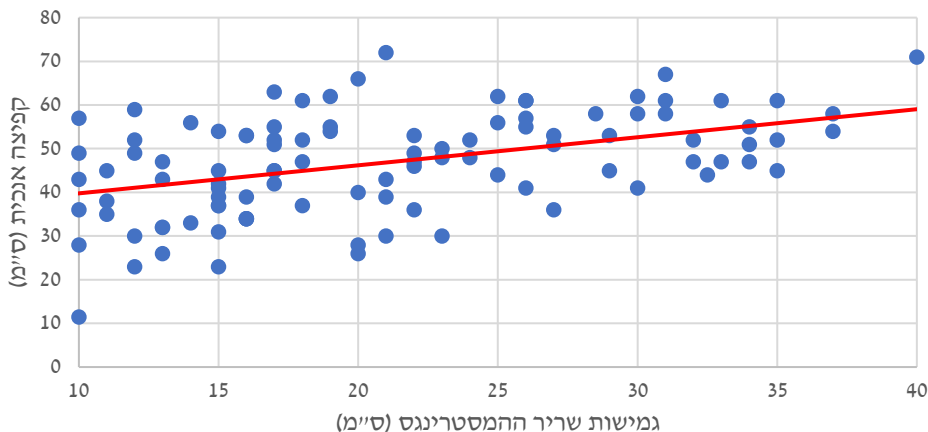
נמצא קשר שלילי בינוני מובהק בין SRT לבין half basketball court sprint test בתחילת העונה ($R=-0.355$, $p<0.001$). ככל שקומפלקס שריר ההמסטרינגס ארוך יותר, כך נמצאו ביצועי הספרינט טובים יותר, כפי שנראה באיור 2.



איור 2: הקשר בין ריצת ספרינט לגמישות שריר ההמסטרינגס בתחילת העונה

עוד נמצא קשר שלילי חלש מאוד בין SRT לבין מספר הפניות לקליניקה בתחילת העונה ($R=-0.067$, $p=0.478$) וקשר שלילי חלש מאוד בין SRT לבין מספר הפניות לקליניקה באמצע העונה ($R=-0.027$, $p=0.775$), אולם ללא מובהקות

סטטיסטית. לכן לא ניתן לקבוע ששחקנים בעלי שריר ההמסטרינגס מוגבל יפנו לטיפול בקליניקה בשכיחות גבוהה יותר מאשר שחקנים בעלי שריר ההמסטרינגס ארוך יותר. קשר משמעותי חיובי בינוני נמצא בין ה-SRT לבין הקפיצה האנכית (VJ) באמצע העונה ($R=0.471, p<0.001$), כאשר ככל ששריר ההמסטרינגס ארוך יותר, כך ביצועי הניתור לגובה טובים יותר, כפי שנראה באיור 3.



איור 3: הקשר בין קפיצה אנכית לגמישות שריר ההמסטרינגס באמצע העונה

תוצאות מתאם פירסון הצביעו על כך שיש קשר שלילי בינוני בין ה-SRT לבין half basketball court sprint test באמצע העונה. נמצאה מובהקות סטטיסטית ($R=-0.362, p<0.001$), כאשר ככל ששריר ההמסטרינגס ארוך יותר, כך ביצועי הספרינט טובים יותר, כפי שנראה באיור 4.



איור 4: הקשר בין ריצת ספרינט לגמישות שריר ההמסטרינגס באמצע העונה

בתוצאות מתאם פירסון בין בדיקות אמצע העונה לתחילתה נמצא קשר חיובי חלש מאוד בין ההפרשים ב-SRT למספר הפניות לקליניקה ($R=0.096, p=0.309$),

וקשר חיובי חלש בין ההפרשים ב-SRT ל- Vertical Jump ($R=0.109$, $p=0.245$).
 עוד נמצא קשר שלילי חלש מאוד בין ההפרשים ב-SRT לבין ספרינט ($R=-0.056$,
 $p=0.548$)

ככל שהשחקנים שיפרו את תוצאות SRT בהשוואה בין בדיקות תחילת העונה
 לאמצע העונה, כך ביצועי הספרינט והקפיצה האנכית השתפרו וירדה שכיחות הפניות
 לקליניקה, אך לא באופן מובהק ולכן לא ניתן לקבוע כי שיפור גמישות שריר הירך
 האחורי לאורך העונה יקבע מגמת שיפור בביצועים גופניים ושכיחות לפציעות.

דיון

כפי שמדווח בספרות המדעית, פציעות בשרירי ההמסטרינגס מדווחות כסוג
 הפציעה הנפוץ ביותר בענפי ספורט מקצועיים רבים. למרות מגוון אסטרטגיות
 התערבות, דווח כי השכיחות של פציעה זו בקרב שחקני כדורגל שמשחקים בליגת
 האלופות של אופ"א עלתה (Shalaj et al., 2020). מחקרים רבים אחרים נוגעים בעניין
 זה בענף הכדורגל, אך באשר לענף הכדורסל, ההתייחסות לוקה בחסך מדעי, בדגש
 על שחקנים צעירים (Rodríguez-Rosell et al., 2017).

מטרת מחקרנו הייתה אפוא לבדוק את הקשר בין גמישות ההמסטרינגס
 לביצועים גופניים בקרב שחקני כדורסל צעירים ולשכיחות הפניות לקליניקה. שיערנו
 ששחקנים עם הגבלה בגמישות שריר הירך האחורי יסבלו יותר מפציעות ומביצועים
 ירודים ויפנו בשכיחות גבוהה יותר לטיפולים בקליניקה בהשוואה לשחקנים ללא
 הגבלה בגמישות שריר ההמסטרינגס. נמצא קשר משמעותי בין בדיקת SRT בתחילת
 העונה לבין הביצועים באותה תקופה. ממצא זה תואם את המדווח בספרות, כי
 לשריר ארוך יותר יש יכולת גבוהה יותר של כיווץ. כתוצאה מכך, קבוצות שרירים
 אלסטיים יותר, עשויים להקל על הביצועים על ידי שיפור יכולות יצור הכוח של
 הרכיב המתכווץ ועל ידי שיפור העברת הכוח הראשונית, ולכן זה עשוי להשפיע
 בתנועות כמו קפיצה או ספרינט (Ziv & Lidor, 2010).

הממצא שלעיל עולה בקנה אחד עם תוצאות המחקר שנערך בספרד בקרב
 שחקני כדורגל בני 14-18. השחקנים חולקו לשתי קבוצות, לפי תוצאות passive
 straight leg raise, מבחן שפורט עליו קודם לכן, שבדק את גמישות שריר הירך
 האחורי. תוצאות הקבוצה הגמישה, בעלת שריר ההמסטרינגס הגמיש יותר, היו
 טובות ב-10.49% בביצוע קפיצה אנכית ($p=0.024$) ובמבחן ספרינט ב-
 3.29% ($p=0.011$) בהשוואה לקבוצה הגמישה פחות (Ziv & Lidor, 2010). עוד נמצא
 קשר מובהק בין בדיקת SRT לבין הביצועים בבדיקות אמצע העונה. מכאן ניתן
 להסיק שלגמישות שריר ההמסטרינגס יש חשיבות והיא משפיעה על ביצועים
 גופניים. השערת המחקר ביחס להגבלה בגמישות שריר ההמסטרינגס לבין ביצועים
 גופניים של קפיצה אנכית וספרינט אוששה על פי תוצאות אלו.

מצאנו כי נערים עם שריר ההמסטרינגס ארוך הציגו ביצועים טובים יותר
 בהשוואה לנערים עם שריר קצר בספרינט ובקפיצה אנכית. לדוגמה, נער בן 15 עם
 גמישות שריר ההמסטרינגס 6 ס"מ במבחן SRT, השיג תוצאות נמוכות יותר

בהשוואה לחבר קבוצתו עם גמישות שריר המסטרינגס 31 ס"מ בספרינט (איטי ב-0.4 שני) ו-36 ס"מ בקפיצה ורטיקלית ($p < 0.001$).

השערת המחקר על הקשר בין הגבלה בגמישות ההמסטרינגס לבין פציעות ופניות לקליניקה לא אוששה על פי תוצאות המחקר. לא נמצא קשר משמעותי בין בדיקת SRT לבין פניות לקליניקה הן בתחילת העונה והן באמצעה. אנו ציפינו לראות כי אחוז גבוה מהנערים אשר ייפצעו או יפנו לטיפול בקליניקה יהיו עם הגבלה בגמישות שריר הירך האחורי, שתבטא בתוצאות נמוכות במבחן SRT. לאחר שבדקנו את תיעוד כל השחקנים שנפצעו, הפניות של שחקנים לקליניקה ותוצאותיהם במבחן SRT, לא ניתן היה לראות באופן חד-משמעי, כי הסיבה לפציעות ולפניות לקליניקה היא הגבלה בגמישות ההמסטרינגס.

כפי שניתן לראות מהמחקרים שבוצעו, אין תשובה חד-משמעית לגבי הקשר של גמישות שריר הירך האחורי ולפציעות. אנו משערים שענפי ספורט שונים דורשים יכולות שונות הדורשות מאמץ שונה משרירי ההמסטרינגס.

ממחקר זה ניתן להסיק שיש קשר בין תוצאות מבחן SRT לביצועים גופניים. על אף שלא הוכח חד-משמעית הקשר בין גמישות שריר הירך האחורי לפציעות, ייתכן שתרגילי גמישות כחלק מתוכנית האימונים יוכלו לתרום לביצועים מיטביים ולמניעת פציעות. אנו ממליצים שמחקרי המשך יתמקדו בביצוע בדיקת SRT בהתאם לבדיקה המתוקפת והמהימנה שדווחה בספרות המדעית, כפי שפורטה בסקירת הספרות, תוך התחשבות בכלל המשתתפים האנתרופומטריים. כמו-כן, במחקרים הבאים יש להביא בחשבון במהלך שלב איסוף הנתונים גם את השחקנים שפנו לקליניקה, היו ברשימת ההמתנה, אך לא שובצו לטיפול או לאבחון. את בדיקת אמצע העונה יש לבצע לאחר תקופת חג הפסח שבה אותם שחקנים נמצאים בפגרה ובמנוחה מסוימת לתקופה קצרה.

סיכום

ממצאי המחקר שבו עסקנו איששו את השערת המחקר שאכן ישנה השפעה לטובה של גמישות שריר הירך האחורי על ביצועים בקרב שחקני כדורסל צעירים. עם זאת, לא נמצא קשר בין גמישות שריר הירך האחורי לפציעות.

תודות

תודה לאגודת הכדורסל של קריית אונו "דור העתיד" ולשחקניה, אשר נרתמה לגיוס משתתפי המחקר והקצתה לנו מקום לביצוע המבדקים והמעקב לאורך השנה. תודה למאמני הקבוצות שהיו זמינים עבורנו לכל שאלה בכל הנוגע לשחקנים שלקחו חלק במחקר, ושדיווחו על פציעות שחקנים במידת הצורך.

תודה לקריה האקדמית אונו ולראש החוג לספורטתרפיה, פרופ' אלה בין, שיזמה את שיתוף הפעולה עם האגודה. תודה מקרב הלב לכלל הסטודנטים שלקחו חלק בפרויקט "דור העתיד", שעזרו לנו לבצע את בדיקות הסקר בשלבי העונה השונים וכן בשגרה השוטפת בקליניקה.

המאמר הוא תוצר של עבודת מחקר במסגרת סמינר מחקר בחוג לספורטתרפיה בקריה האקדמית אונו.

רשימת המקורות

- American College of Sports Medicine. (1998). The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.*, *30*, 975-991.
- Andreoli, C. V., Chiaramonti, B. C., Biruel, E., de Castro Pochini, A., Ejnisman, B., & Cohen, M. (2018). Epidemiology of sports injuries in basketball: Integrative systematic review. *BMJ Open Sport - Exercise Medicine*, *4*(1).
- Andersen, J. C. (2005). Stretching before and after exercise: Effect on muscle soreness and injury risk. *Journal of Athletic Training*, *40*(3), 218-220.
- Baechle, T. R., & Earle, R. W. (Eds.). (2008). *Essentials of strength training and conditioning*. Human kinetics.
- Baker, R. J., & Patel, D. (2005). Lower back pain in the athlete: Common conditions and treatment. *Primary Care: Clinics in Office Practice*, *32*(1), 201-229.
- Baker, H., Rizzi, A., & Athiviraham, A. (2020). Injury in the Women's National Basketball Association (WNBA) from 2015 to 2019. *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, *2*(3), e213-e217.
- Baltaci, G., Un, N., Tunay, V., Besler, A., & Gerçeker, S. E. L. D. A. (2003). Comparison of three different sit and reach tests for measurement of hamstring flexibility in female university students. *British Journal of Sports Medicine*, *37*(1), 59-61.
- Boland, R. A., & Adams, R. D. (2000). Effects of ankle dorsiflexion on range and reliability of straight leg raising. *Australian Journal of Physiotherapy*, *46*(3), 191-200.
- Bono, C. M. (2004). Low-back pain in athletes. *JBJS*, *86*(2), 382-396.
- Borowski, L. A., Yard, E. E., Fields, S. K., & Comstock, R. D. (2008). The epidemiology of US high school basketball injuries, 2005–2007. *The American Journal of Sports Medicine*, *36*(12), 2328-2335.

- Brukner, P., & Khan, K. (Eds.). (2017). *Clinical sports medicine, volume 1, 5th ed* McGraw-Hill Education.
- Candra, O. (2018, December). *Contribution of leg muscle explosive power and flexibility on lay-up shoot in basketball*. In 2nd Yogyakarta International Seminar on Health, Physical Education, and Sport Science (YISHPESS 2018) and 1st Conference on Interdisciplinary Approach in Sports (CoIS 2018) (pp. 479-482).
- Chung, P. K., & Yuen, C. K. (1999). Criterion-related validity of sit-and-reach tests in university men in Hong Kong. *Perceptual and Motor Skills, 88*(1), 304-316.
- Dallinga, J. M., Benjaminse, A., & Lemmink, K. A. (2012). Which screening tools can predict injury to the lower extremities in team sports? *Sports Medicine, 42*(9), 791-815.
- Depino, G. M., Webright, W. G., & Arnold, B. L. (2000). Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *Journal of Athletic Training, 35*(1), 56.
- de Weijer, V. C., Gorniak, G. C., & Shamus, E. (2003). The effect of static stretch and warm-up exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 33*(12), 727-733.
- Gabbett, T. J. (2008). The development and application of an injury prediction model for noncontact, soft-tissue injuries in elite collision sport athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research, 22*(2), 459-465.
- Gambetta, V. (2007). *Athletic development: The art & science of functional sports conditioning*. Human Kinetics.
- García-Pinillos, F., Ruiz-Ariza, A., Moreno del Castillo, R., & Latorre-Román, P. Á. (2015). Impact of limited hamstring flexibility on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility in young football players. *Journal of Sports Sciences, 33*(12), 1293-1297.

- Henderson, G., Barnes, A. W., & Portas, M. D. (2010). Factors associated with increased propensity for hamstring injury in English Premier League soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *13*(4), 397–402.
- Hough, P. A., Ross, E. Z., & Howatson, G. (2009). Effects of dynamic and static stretching on vertical jump performance and electromyographic activity. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *23*(2), 507–512.
- Jackson, A. W., & Baker, A. A. (1986). The relationship of the sit and reach test to criterion measures of hamstring and back flexibility in young females. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, *57*(3), 183–186.
- Laver, L., Kocaoglu, B., Cole, B., Arundale, A. J., Bytomski, J., & Amendola, A. (Eds.). (2020). *Basketball sports medicine and science* (No. 181281). Berlin/Heidelberg, Springer.
- Maggioni, M. A., Bonato, M., Stahn, A., La Torre, A., Agnello, L., Vernillo, G., Castagna, C., & Merati, G. (2019). Effects of ball drills and repeated-sprint-ability training in basketball players. *International journal of Sports Physiology and Performance*, *14*(6), 757–764.
- Massis, M. (2009). Flexibility—the missing link in the power jigsaw. *Professional Strength and Conditioning*, *14*, 16–19.
From: link
- Mikolajec, K., Waskiewicz, Z., Maszczyk, A., Bacik, B., & Kurek, P. (2012). Effects of stretching and strength exercises on speed and power abilities in male basketball players. *Isokinetics and Exercise Science*, *20*(1), 61–69.
- Mistry, G. S., Vyas, N. J., & Sheth, M. S. (2014). Comparison of hamstrings flexibility in subjects with chronic low back pain versus normal individuals. *J Clin Exp Res*, *2*(1), 85.
- Neumann, D. A. (2002). *Kinesiology of the musculoskeletal system*. Mosby.
- Notarnicola, A., Perroni, F., Campese, A., Maccagnano, G., Monno, A., Moretti, B., & Tafuri, S. (2017). Flexibility responses to different

stretching methods in young elite basketball players. *Muscles, Ligaments, and Tendons Journal*, 7(4), 582.

Owoeye, O. B., Ghali, B., Befus, K., Stilling, C., Hogg, A., Choi, J., ... & Emery, C. A. (2020). Epidemiology of all-complaint injuries in youth basketball. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(12), 2466-2476.

Rodríguez-Rosell, D. Mora-Custodio, R., Franco-Márquez, F., Yáñez-García, J., M., & González-Badillo, J. J. (2017). Traditional vs. Sport-Specific Vertical Jump Tests: Reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research* 31(1), 196-206.

Rolls, A., & George, K. (2004). The relationship between hamstring muscle injuries and hamstring muscle length in young elite footballers. *Physical Therapy in Sport*, 5(4), 179–187.

Shalaj, I., Gjaka, M., Bachl, N., Wessner, B., Tschan, H., & Tishukaj, F. (2020). Potential prognostic factors for hamstring muscle injury in elite male soccer players: A prospective study. *PloS one*, 15(11), e0241127.

Thacker, S. B., Gilchrist, J., Stroup, D. F., & Kimsey Jr., C. D. (2004). The impact of stretching on sports injury risk: A systematic review of the literature. *Medicine & Science in Sports Exercise*, 36(3), 371-378.

Timmins, R., Woodley, S., Shield, A., & Opar, D. (2020). Anatomy of the hamstrings. In K. Thorborg, D. Kristian, & A. Shield (Eds.), *Prevention and rehabilitation of hamstring injuries* (pp. 1-30). Springer, Cham.

Yamaguchi, T., & Ishii, K. (2005). Effects of static stretching for 30 seconds and dynamic stretching on leg extension power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(3), 677-683.

Ziv, G., & Lidor, R. (2010). Vertical jump in female and male basketball players - A review of observational and experimental studies. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(3), 332–339.