

תיאור, אימון והערכת ניתורים של לוחמי טאקוונדו ברמה

הישגית גבוהה בתקופת ההכנה הכללית

יוסי חלבה

המרכז האקדמי לוינסקי-וינגייט

תקציר

מטרת המחקר הייתה לבחון את השפעתה של תוכנית אימונים המשלבת תרגילי ניתור, על ביצועי CMJ (Counter-Movement Jump), SJ (Squat Jump), ו-DJ (Drop Jump) בקרב לוחמי טאקוונדו הישגיים ברמה גבוהה. במחקר השתתפו עשרה ספורטאים גברים, גיל ממוצע 19.57 ± 0.98 שנים, המתאמנים בקביעות בענף הטאקוונדו. שיטת המחקר כללה תוכנית התערבות של שמונה שבועות, עם מדידות חוזרות לפניו ואחריה. התוכנית התמקדה בשני סוגי אימונים: אחד שכלל שלושה סוגי ניתורים ואימון כוח, והשני כלל טכניקה וטקטיקה שגרתיות בתדירות של שלוש פעמים בשבוע. יש לציין כי אימוני הכוח בוצעו במסגרת שגרת האימונים הרגילה של הספורטאים בפיקוחו של הצוות המקצועי. תוצאות המחקר הראו שיפורים משמעותיים בגובה הניתור, במיוחד בניתור DJ (29.8 ± 2.4 ס"מ לפני, לעומת 33.4 ± 2.6 ס"מ אחרי, שיפור של 12.1%), בניתור CMJ (36.2 ± 2.8 ס"מ לפני, לעומת 40.3 ± 3.1 ס"מ אחרי, שיפור של 11.3%) ובניתור SJ (32.4 ± 2.1 ס"מ לפני, לעומת 35.8 ± 2.5 ס"מ אחרי, שיפור של 10.5%). המסקנות מצביעות על כך שתוכניות אימונים המשלבות ניתורים יכולות לשפר משמעותית את ביצועי הספורטאים. כמו כן, תוצאות אלו מדגישות את חשיבותם של מאמצים אקסצנטריים-קונצנטריים דינמיים ומהירים, הרלוונטיים במיוחד לניתורי CMJ ו-DJ.

תאריכים: טאקוונדו, ניתורים, DJ, SJ, CMJ

טאקוונדו הוא ענף לחימה שמקורו בקוריאה, שם התפתח במקור כאומנות לחימה צבאית במהלך מאות שנים. לאחר מלחמת העולם השנייה איחדו מומחים קוריאנים טכניקות מסגנונות לחימה מסורתיים ליצירת שיטה אחידה שהפכה מאוחר יותר לענף הספורט המוכר כיום. מאז שנות החמישים עבר הטאקוונדו תהליך מודרניזציה והתפתח מענף קרבי מסורתי לתחרות ספורטיבית בין-לאומית. בשנת 1994 הוא קיבל מעמד אולימפי רשמי, והחל משנת 2000 נכלל במשחקים האולימפיים (Pieter & Heijmans, 2000).

כענף תחרותי הטאקוונדו מתאפיין בדינמיות גבוהה ובתדירות גבוהה של בעיטות מהירות ועוצמתיות במהלך קרב. הדגש בתחרויות הוא על פיתוח יכולות

אתלטיות קריטיות, ובעיקר על כוח מתפרץ הנחוץ לביצוע בעיטות מדויקות ומכריעות. במהלך הקרב המתחרים מפיקים כוח בזמן קצר תוך שימוש בטכניקות סיבוביות ובאסטרטגיות תנועה מתקדמות לצבירת ניקוד ולהכרעת היריב.

כיום קיימים שני סגנונות מרכזיים: **הסגנון המסורתי** (ITF - International Taekwondo Federation), המדגיש טכניקות קרביות מגוונות, **הסגנון התחרות** (WTF - World Taekwondo Federation), שבו הדגש הוא על הישגים ספורטיביים, על מהירות תגובה, על שימוש באמצעים טכנולוגיים למדידת ניקוד ועל שליטה (Heller et al., 1998). בענף התחרותי תנועות הלוחמים מותאמות למקסום מהירות הבעיטה, לקואורדינציה ולשליטה דינמית – מרכיבים המבדילים את טאקוונדו מענפי לחימה אחרים.

ענף הטאקוונדו התחרותי מאופיין בלחימה בין יריבים מאותו מין ודורש שילוב של טכניקה, טקטיקה, כושר גופני והיבטים נפשיים. אחד ממרכיבי הכושר הגופני המשמעותיים ביותר בטאקוונדו הוא כוח, במיוחד בגפיים התחתונות, הנחוץ לביצוע מיטבי של בעיטות, של ניתורים מהירים וליציבות גופנית (Fong & Ng, 2011; Kim et al., 2011). כוח זה מוגדר לעיתים קרובות כיכולת לפתח מומנט מרבי במהלך התכווצות רצונית מקסימלית (MVC - Maximum Voluntary Contraction) (Tanner & Gore, 2012). בטאקוונדו, תרגום הכוח לביצועים מתבטא בתנועות מהירות תוך כדי התקפה, המעניקות יתרון טקטי משמעותי. שריר ה-*quadriceps*, שריר ה-*hamstrings* ושריר ה-*gastrocnemius* ממלאים תפקיד מפתח, שכן הם מאפשרים יציבות של מפרק הברך, הירך והקרסול. שריר ה-*quadriceps* במיוחד חיוני ליציבות הכללית ולביצוע טכניקות בעיטות מגוונות (Boyanmiş et al., 2024).

בקרב ספורטאי טאקוונדו המתחרים ברמות הגבוהות ביותר נדרש פיתוח כוח דינמי בעוצמות בינוניות ועד מרביות הן בגפיים התחתונות והן בגפיים העליונות. דרישות התחרות מצריכות שילוב בין כוח מהירות לתנועות טכניות וטקטיות, ולכן אימונים ייעודיים ממלאים תפקיד מרכזי בשיפור יכולות אלו. בין המתודות הבולטות לשיפור ביצועים נכללים תרגילים המתמקדים בכוח מתפרץ, בניתורים מהירים ודינמיים ובתרגול בעיטות בעומסים משתנים. תרגילים אלו משפרים את היכולת לשלב כוח, מהירות ותיאום טכני – אלמנטים חיוניים לביצועים מיטביים בזירה (Campos et al., 2002; Casolino et al., 2012; Tornello et al., 2013). ביצוע בעיטות חוזרות בעצימות גבוהה ולזמן קצר נשען במידה רבה על תרומת המערכת האנאירובית האלקטית (ATP-PCr), המשמשת מקור אנרגיה מיידי לפעילויות מתפרצות. מערכת זו פעילה בשניות הראשונות של המאמץ ותורמת ליכולת להפיק כוח במהירות – כפי שנדרש במעברים מהירים בין הגנה להתקפה בטאקוונדו תחרותי. נוסף על כך, יעילות הסינתזה מחדש של ATP משפיעה במישרין על ההתאוששות בין מאמצים עצימים חוזרים, ולכן מהווה מרכיב חיוני ביכולת הביצוע של הספורטאי לאורך רצף פעולות קצרות ודחוסות במהלך הקרב (Ojeda-Aravena et al., 2022).

בעת קרב תחרותי ישנם כמה מצבים נפוצים של תנועות לפלג גוף התחתון המושפעות מתפקוד השריר. התנועה הראשונה היא יציאה ממנח סטטי לדינמי ובהיבט השריר – תנועה ממאמץ איזומטרי למאמץ קונצנטרי, כמו בזינוק מאדני הריצה באתלטיקה קלה. התנועה השנייה היא בלימה של השריר במאמץ אקסצנטרי

ומעבר יחסית איטי למאמץ קונצנטרי, לדוגמה, בשינוי כיוון בענפי הספורט השונים ובייחוד במשחקי כדור. התנועה השלישית היא בלימה מהירה מאוד ויצאה להתקפה מהירה מאוד, כלומר חילוף מהיר בין בלימה להתקפה, הדורש ביצוע מאמץ אקסצנטרי ומעבר מהיר למאמץ קונצנטרי, לדוגמה, בשלב הנחיתה על רגל אחת בעת ביצוע ריצה מהירה. שני המצבים האחרונים מאופיינים בזמן תנועה המפעילה את רפלקס המתיחה ברשר (SSC - Stretch Shortening Cycle) (Komi, 1984; Nicol et al., 2010; Turner & Jeffreys, 2006).

בספרות המדעית בספורט ההישגי אפשר למצוא שלושה ניתורים רלוונטיים למצבים אלו ברמה גבוהה והמאופיינים כתרגילי כוח דינמיים. ניתורים המשפרים את ביצועי הגפיים התחתונות הם: ה-SJ, ה-CMJ וה-DJ. ניתורים אלה משמשים לרוב באימונים ובמבדקי טאקוונדו תקופתיים (Ojeda-Aravena et al., 2021; Ouergui et al., 2020). משך תוכניות האימונים שתוארו במחקרים אלו היה לרוב קצר יחסית ונע בין שבועיים לארבעה שבועות, עם מספר מצומצם של מפגשי אימון בפועל (כ-12 אימונים בממוצע). אפשר למצוא בספרות דיווחים על כך שלספורטאי הישג ביצועים גבוהים יותר בניתורים מאשר לספורטאים חובבים (Bridge et al., 2014a). ה-CMJ וה-DJ הם ניתורים המאופיינים בחלק הראשוני בבלימה במאמץ אקסצנטרי ולאחר מכן בשינוי מהיר למאמץ קונצנטרי, המתואר בספרות ככוח ריאקטיבי וכאימון פליאומטרי. תנועה זו, או סוג כוח זה, מפעילה את SSC ברשר (רפלקס המתיחה), המעורר את גיוס היחידות המוטוריות ומביא לגידול בכוח (Castagna & Castellini, 2013; McGuigan et al., 2006; Suchomel et al., 2016). לעומת זאת, ניתור ה-SJ מאופיין בתחילתו בשהייה במאמץ איזומטרי ולאחר מכן בשינוי מהיר למאמץ קונצנטרי. את כל הניתורים שהוזכרו אפשר לבצע בכיוון אנכי ובכיוון אופקי, והם מוערכים בהתאמה במרחק ביחידות של סנטימטר. בספרות אפשר לראות את הקשר בין SJ ו-CMJ לבין שינויי כיוון במהירות בענף הטאקוונדו (Chaabene et al., 2017), בענף הקרטה (Herrera-Valenzuela et al., 2021), בענף הסיף (Chtara et al., 2020) ובספורטאי עילית בענפים שונים (Chtara et al., 2020; Herrera-Valenzuela et al., 2021).

בספרות המדעית טרם תועדה תוכנית אימונים המשלבת את שלושת הניתורים גם יחד. מטרת מאמר זה היא להציג את תוכנית האימונים הנמשכת שמונה שבועות וכן הערכות שיפור ביצועי שלושת הניתורים האנכיים SJ, CMJ ו-DJ לספורטאי הישג גברים בתקופת ההכנה הכללית.

השיטה

שיטת המחקר בעבודה זו מבוססת על תוכנית אימונים ייעודית שהתקיימה בקבוצה אחת הישגית בענף הטאקוונדו. המדידה כללה ביצוע של שלושה סוגי הניתורים SJ, CMJ ו-DJ ונערכה בשתי נקודות זמן: לפני תחילת ההתערבות ואחריה, לצורך בחינת השפעת האימונים על ביצועי הניתור.

המשתתפים

בתוכנית האימונים ובהערכות השתתפו עשרה ספורטאים הישגיים בנים בענף הטאקוונדו (גיל $M=19.57 \pm 0.98$ שנים, גובה $M=1.77 \pm 0.06$ ס"מ, משקל $M=71.14 \pm 5.83$ ק"ג, $BMI=21.84 \pm 1.68$) עם ניסיון אימון בטאקוונדו בין 5 ל-14

שנים והמתאמנים בקביעות במסגרת הקבוצה. הספורטאים מתאמנים בתדירות שבועית של שש פעמים בשבוע ויום אחד מנוחה. הם אישרו את הסכמתם מדעת לשימוש בנתוני האימונים שלהם במחקר זה, והמחקר קיבל את אישורה של ועדת הביקורת האתית במוסד האקדמי המזוהה עם החוקר. במהלך תקופת האימונים התבקשו הספורטאים להימנע מפעילות גופנית נוספת.

מהלך האימונים וההערכות הגופניות

משך המחקר היה עשרה שבועות (לוח 1). מהם, בשבוע הראשון בוצעו מבדקי ניתורים לפני ובשבוע העשירי בוצע מבדקי ניתורים אחרי, בתום תקופת האימונים. בין השבועות 2-9 התקיימו אימוני כוח וניתורים, כמו גם אימוני טכניקה וטקטיקה קרבית וייעודיים ללחימת טאקוונדו. עוד נערכו אימוני כוח כחלק משגרת האימונים השוטפת של הספורטאים, שהיו באחריות בלעדית של הצוות המקצועי של הקבוצה. יודגש כי החוקרים לא היו מעורבים בתכנון, בניהול, בפקוח או בביצוע של אימונים אלה. עומסי העבודה באימונים הללו הותאמו באופן פרטני על ידי הצוות המקצועי, בהתאם לרמת היכולת והצרכים של כל אחד מהספורטאים, כחלק מתהליך ההכנה השגרתי בקבוצה.

לוח 1: תיאור שלבי המחקר לאורך תקופה של עשרה שבועות

שבוע #	1	2-9 (תקופת ההתערבות)	10
11: 30-10: 00	מבדק ניתורים לפני	אימוני כוח וניתורים	מבדק ניתורים אחרי
17: 30-16: 00	אימוני טכניקה וטקטיקה	אימוני טכניקה וטקטיקה	אימוני טכניקה וטקטיקה

תוכנית האימונים

תוכנית האימונים של הספורטאים כללה שלושה מפגשי אימון שבועיים בימים ראשון, שלישי וחמישי, והם כללו שני חלקים:

1. שעות בוקר (11: 30-10: 00) אימוני ניתורים וכוח.
2. שעות אחר הצוהריים (17: 30-16: 00) אימוני טכניקה וטקטיקה ייחודיים בטאקוונדו.

בימים שני, רביעי ושישי התקיימו אימוני טכניקה וטקטיקה בלבד, ואילו יום שבת יועד למנוחה ולהתאוששות ללא אימון. טמפרטורת האוויר הממוצעת באולם האימונים נעה בין 18–22 מעלות צלזיוס.

מבנה האימון

כל אימון כושר היה בנוי משני חלקים וכלל שישה תרגילים שבוצעו בסדר הבא:

1. ניתורים מעל משוכות בגובה 40 ס"מ: קוימו שלוש מערכות, כאשר בכל מערכה בוצעו חמישה ניתורים בכל אחד משלושת הסגנונות CMJ, SJ ו-DJ, לפי הסדר. בין כל סגנון ניתור הייתה הפסקה של דקה, ובין מערכה למערכה הייתה הפסקה של שתי דקות.

2. אימון כוח עם משקולות חופשיות: התוכנית כללה שלושה תרגילים עיקריים לפלג גוף עליון, אמצעי ותחתון: (1) Bench press; (2) Back squat; ו- (3) Deadlift - והם בוצעו באמצעות מוט אולימפי וצלחות התנגדות. עבור כל תרגיל נערכו שלוש מערכות: מערכה ראשונה עם התנגדות של RM10 (המשקל המקסימלי שהספורטאי יכול להרים לעשר חזרות בטכניקה נכונה), ושתי מערכות נוספות עם התנגדות של RM5 (המשקל המקסימלי שהספורטאי יכול להרים לחמש חזרות בטכניקה נכונה) (Baechele & Earle, 2008). בין כל תרגיל לתרגיל הייתה הפסקה של דקה ובין המערכות – הפסקה של שתי דקות.

כלי המחקר

בכל אחד מהמבדקים הוערך גובה הניתור האנכי ביחידות של סנטימטר באמצעות מערכת מדידה ייעודית שהושאלה מהמעבדה הפיזיולוגית במוסד המכשיר (Optojump Microgate, Italy). הניתורים בוצעו בזה אחר זה, עם מנוחה של דקה אחת בין ניתור לניתור, והפסקה של שלוש דקות בין סוגי הניתור. לכל אחד היו שלושה ניסיונות, המוצלח מבין כל סוג ניתור נרשם לניתוח על ידי הבודק. כדי להבטיח ביצוע מבודד של כוח ניתור מפלג הגוף התחתון בלבד, נשארו כפות הידיים מונחות על המותניים לאורך כל הביצועים, ובכך נוטרלה השפעת תנופת הזרועות. תהליכי הכיול, בדיקת המהימנות והתחזוקה השוטפת של מערכת המדידה בוצעו על ידי צוות המעבדה המוסדי, בהתאם לפרוטוקולים התקנייים הנהוגים. כלל הנתונים המתועדים בתהליך זה נשמרו במסגרת תיקי העבודה של המעבדה, ולא הייתה לחוקר גישה או השפעה עליהם. להלן תיאור המבדקים:

מבדק גובה ניתור אנכי (SJ)

מבוצע מנקודת מוצא של שפיפה, כאשר עצם הירך במקביל לקרקע בכיוון איזומטרי וכפות הרגליים ברוחב הכתפיים בקירוב. כל ספורטאי ביצע שלושה SJ עם הפסקה של דקה ביניהם. לאחר כל ניתור קיבלו המשתתפים משוב על גובה הניתור (ס"מ) ועל טכניקת הניתור. ההישג הגבוה ביותר מבין שלושת הניתורים שימש לניתוח.

מבדק גובה ניתור אנכי (CMJ)

מבוצע מנקודת מוצא של עמידה זקופה כשכפות הרגליים ברוחב הכתפיים בקירוב. ה-CMJ מבוצע כמו ה-SJ עם "טבילה" מטה ממש לפני הניתור האנכי, ובכך מותח את השרירים של פלג גוף התחתון המעורבים במאמץ אקסצנטרי (Komi, 1999; Young et al., 2011), והם יורדים מטה עד אשר עצם הירך נמצאת במקביל לקרקע, ועולים מעלה לניתור במאמץ קונצנטרי. החילוף המהיר או השינוי בין המאמצים הוא הכוח הריאקטיבי. כל ספורטאי ביצע שלושה CMJ עם הפסקה של דקה ביניהם. לאחר כל ביצוע קיבלו המשתתפים משוב על הגובה (ס"מ) ועל טכניקת הניתור. ההישג הגבוה ביותר מבין שלושת הניתורים שימש לניתוח.

מבדק גובה ניתור אנכי (DJ)

מתבצע מנפילה מתיבה בגובה 40 ס"מ בעמידה זקופה כשכפות הרגליים ברוחב הכתפיים בקירוב. לאחר הנחיתה יש לנתר לגובה אנכי מקסימלי עם מינימום זמן מגע על הקרקע. גובה הניתור (ס"מ), זמן המגע (אלפית השנייה) וגובה/זמן מגע (ס"מ/אלפית השנייה) הוצגו מייד על מסך המחשב ומשוב ניתן לאחר כל מדידה. משוב זה היה חשוב במיוחד על מנת שהספורטאים יוכלו לקבוע את השילוב

האופטימלי של גובה וזמן שהייה על הקרקע כדי לייצר את היחס הגובה/זמן המגע היעיל ביותר עבורם. בשל זמן המגע הקצר יחסית והצורך לעבור במהירות מהמאמץ האקסצנטרי למאמץ הקונצנטרי, בדיקה זו נחשבת כמדד לביצוע של רפלקס מתיחה מהיר (SCC קצר) לפלג הגוף התחתון.

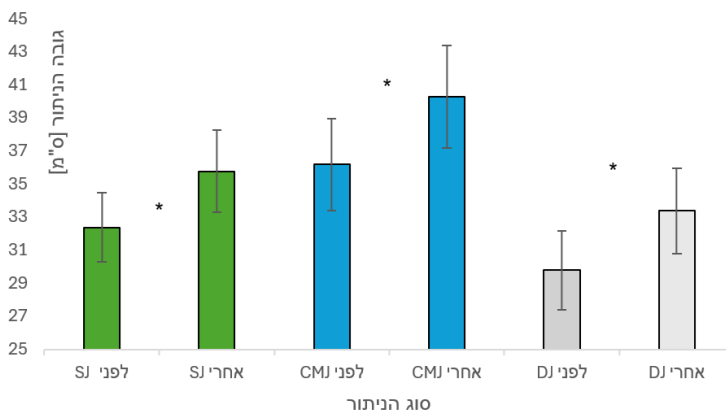
ניתוח סטטיסטי

לשם ניתוח הנתונים נבדקה תחילה נורמליות ההתפלגות של המשתנים המרכזיים באמצעות מבחן שפרו-וילק (Shapiro-Wilk). אף שחלק מהמשתנים לא נמצאו מתפלגים נורמלית ($p < 0.05$), הוחלט להמשיך בניתוחים פרמטריים — מבחני t לממוצעים מזווגים (paired t-test) ומתאמי פירסון — (Pearson correlation) זאת לאור ההומוגניות של קבוצת הנבדקים (ספורטאי עילית מאותה מסגרת) ולאור השימוש השכיח בגישה זו במחקרי ספורט הישגי עם מדגמים קטנים. ניתוחי t שימשו לבחינת הבדלים מובהקים בין המדידות בתחילת המחקר ובסיומו, ואילו ניתוחי המתאם נועדו לזהות קשרים בין פרמטרים פיזיולוגיים לבין מדדי ביצוע. כל הבדיקות הסטטיסטיות בוצעו תוך שמירה על רמת מובהקות של $p < 0.05$.

ממצאים

תוצאות המחקר מצביעות על שיפור משמעותי בגובה הניתור האנכי בכל שלושת הניתורים שנבדקו SJ, CMJ ו-DJ בעקבות תוכנית האימונים בת השמונה שבועות. הנתונים המפורטים באיור 1 ובלוח 2 מצביעים על שיפור מובהק בכל סוגי הניתורים:

ניתור ה-SJ, גובה הניתור הממוצע השתפר מ- 32.4 ± 2.1 ס"מ (לפני ההתערבות) ל- 35.8 ± 2.5 ס"מ (לאחר ההתערבות), שיפור של 10.5% ($p < 0.001$).
ניתור ה-CMJ, גובה הניתור הממוצע השתפר מ- 36.2 ± 2.8 ס"מ (לפני ההתערבות) ל- 40.3 ± 3.1 ס"מ (לאחר ההתערבות), שיפור של 11.3% ($p < 0.001$).
ניתור ה-DJ, גובה הניתור הממוצע השתפר מ- 29.8 ± 2.4 ס"מ (לפני ההתערבות) ל- 33.4 ± 2.6 ס"מ (לאחר ההתערבות), שיפור של 12.1% ($p < 0.001$).



איור 1: השוואת גובה הניתור לפני ואחרי ההתערבות – ממוצע וסטיית תקן
 SJ: Squat Jump; CMJ: Counter-Movement Jump; DJ: Drop Jump
 מקרא: * מובהקות סטטיסטית בין הלפני לאחרי ($p < 0.001$)

לוח 2: נתוני גובה ניתור (בס"מ) לפני ואחרי תוכנית ההתערבות (n=10)
הנתונים מוצגים כממוצע $\pm$ סטיית תקן

סוג ניתור	ממוצע וסטיית תקן לפני	ממוצע וסטיית תקן אחרי	שינוי אבסולוטי (ס"מ)	שינוי באחוזים (%)	(p)
SJ	32.4 $\pm$ 2.1	35.8 $\pm$ 2.5	3.4	10.5%	<0.001
CMJ	36.2 $\pm$ 2.8	40.3 $\pm$ 3.1	4.1	11.3%	<0.001
DJ	29.8 $\pm$ 2.4	33.4 $\pm$ 2.6	3.6	12.1%	<0.001

מקרא: SJ: Squat Jump; CMJ: Counter-Movement Jump; DJ: Drop Jump

המתאמים בין סוגי הניתורים, המפורטים בלוח 3, מצביעים על קשרים חזקים ומשמעותיים המעידים על כך ששיפורים בסוג אחד של ניתור (כגון SJ) מתורגמים ישירות לשיפורים בניתורים אחרים (כגון CMJ ו-DJ). תוצאות אלו מחזקות את המסקנה, כי מרכיבי הכוח המתפרץ והיכולת הריאקטיבית קשורים ביניהם ושיפור במרכיב אחד עשוי להשפיע באופן חיובי על יתר המרכיבים.

לוח 3: מתאמים בין סוגי הניתורים (n=10)
המתאמים חושבו באמצעות מקדם מתאם פירסון (r); כל הערכים מובהקים סטטיסטית (p<0.001)

זוג ניתורים	מקדם מתאם (r)	מובהקות (p)
SJ עם CMJ	0.82	<0.001
DJ עם SJ	0.76	<0.001
DJ עם CMJ	0.89	<0.001

דיון

תוצאות המחקר הנוכחי מצביעות על שיפורים משמעותיים בביצועי ניתורים אנכיים (SJ, CMJ ו-DJ) בקרב לוחמי טאקוונדו ברמה הישגית גבוהה, בתום תקופת אימונים בת שמונה שבועות. שיפורים אלו מצביעים על ההשפעה החיובית של אימונים ממוקדים בפיתוח כוח ריאקטיבי ויכולת פליאומטרית בגפיים התחתונות. תוצאות אלו עולות בקנה אחד עם ממצאי מחקרים קודמים המדגישים את החשיבות של אימוני כוח ואימונים פליאומטריים בספורטאי הישג (Boyanmiş et al., 2024; Bridge et al., 2014b).

ניתוח ההבדלים בין סוגי הניתורים מצביע על כך שהשיפור הממוצע הגבוה ביותר הושג בניתור DJ (12.1%) ולאחריו בניתור CMJ (11.3%) ובניתור SJ (10.5%). ממצאים אלו תואמים את הספרות, המדגישה כי תרגילי ניתורים בסגנון DJ ו-CMJ משלבים מאמצים אקסצנטריים וקונצנטריים בצורה מיטבית, הגורם לגיוס יחידות מוטוריות גבוהה יותר בשריר וכך תורמים לשיפור יכולות כוח דינמיות כלליות והעברת תנע יעילה של הגפיים התחתונות (Castagna & Castellini, 2013; Suchomel).

(et al., 2016). בהקשר זה חשוב לציין כי בעוד שמרבית המחקרים הקודמים התבססו על תוכניות קצרות יחסית – של עד ארבעה שבועות וכ-12 אימונים בלבד (Ojeda-Aravena et al., 2021; Ouergui et al., 2020) – המחקר הנוכחי התפרס על פני שמונה שבועות וכלל 24 אימוני ניתור, דבר שעשוי להסביר את ההשפעה הרחבה שנמצאה על מדדי הביצוע. נוסף על כך, תוצאות ניתור ב-DJ מראות כי היחס בין גובה הניתור לזמן המגע השתפר משמעותית, ולכן מתחזקת הטענה כי אימונים פליאומטריים יכולים לשפר את רפלקס המתיחה ואת היכולת הריאקטיבית (Komi, 1984; Turner & Jeffreys, 2010). חשוב לציין כי ביצוע ניתור ה-DJ דורש בסיס גופני רחב יותר ורקע אימונים מתקדם בהשוואה לניתור CMJ, ולכן ההשפעה על הביצועים ב-DJ עשויה להיות משמעותית יותר. הספורטאים נדרשים להציג שליטה מהירה ומדויקת בשלב הנחיתה כדי למזער את זמן המגע ולהגביר את היכולת הריאקטיבית. דרישה זו עשויה להוות אתגר בתחילת תקופת ההכנה, במיוחד כאשר לספורטאים לא היה ניסיון קודם משמעותי בסגנונות הניתור. מבחינה תנועתית, הגישה המובנית לאימוני ניתורים שמה דגש על יעילות טכנית ועל העברת תנע נכונה מהקרקע כלפי מעלה דרך המפרקים. הספורטאים קיבלו הנחיות להתמקד במיטוב של יישור הגוף בשלבי הניתור והנחיתה. לדוגמה, ניתן דגש על פשיטה חיצית במפרק הברך וכפיפה כפית במפרק הקרסול, לצד לחץ ברכיים הצידה כלפי חוץ, כדי למנוע קריסה פנימה (valgus). קריסה מעידה על הטמעת טכניקה לקויה בניתור, אשר עלולה ליצור עומסים לא מבוקרים על המפרקים. בטווח הארוך, עומסים אלו עלולים להוביל לפגיעות מצטברות ולהגביר את החשש לפציעות, במיוחד באזורי הברך והקרסול. תרגול מניעת הקריסה של הברכיים בניתורים משמעותי ביותר בביצוע בעיטות בטאקוונדו, מכיוון שעומדים על רגל אחת בזמן הבעיטה עם כל משקל הגוף, וליקוי טכני כמו קריסה עלול להביא לפציעה חמורה. כמו כן, הנחיות למיטוב של יישום כוח בקרקע סייעו לשיפור גובה הניתור ולשליטה בתנועה (Smith et al., 2018). תרגילים לחיזוק היציבות והשרירים התחתונים מילאו אף הם תפקיד חשוב. מעורבות שרירי הליבה בתנועות הניתור מבטיחה יציבות והעברת תנע יעילה, בעוד ששיפור כוח השרירים התחתונים מספק את הכוח הדרוש לכוח אנכי מתפרץ (Singh et al., 2017). שילוב של תרגילים פליאומטריים קבועים, כמו ניתורים על תיבות וקפיצות עומק (בעצם, תרגול נפילת ה-DJ), היה חלק מרכזי בתוכנית האימונים וסייע לשפר גם את הכוח וגם את הקואורדינציה הבין-שרירית והתוך-שרירית (Martin, 2020).

בהשוואה לספרות הקיימת, התקדמות הביצועים שהושגה במחקר זה נחשבת משמעותית ביחס למשך תקופת האימונים, אם כי לא ניתן לקבוע את ההשפעה ארוכת הטווח של התוכנית. לדוגמה, קזוליני ואח' (Casolino et al., 2012) הצביעו על עליות דומות במדדים דומים, אך בתקופות אימון ממושכות יותר. הבדלים אלו עשויים להצביע על התאמת תוכנית האימונים באופן אופטימלי לדרישות הפיזיולוגיות של ספורטאי טאקוונדו הישגיים, תוך התמקדות במרכיב הכוח ובכוח מתפרץ בפרט.

נוסף על השוואה למחקרים קודמים (Chtara et al., 2020; Ojeda-Aravena et al., 2021), אשר הצביעו על קשרים מובהקים בין יכולות ניתור לבין יכולת זריזות או שינויי כיוון בענפי ספורט קרב שונים, המחקר הנוכחי מוסיף נדבך ייחודי: שילוב

של שלושה סוגי ניתורי SJ, CMJ ו-DJ כחלק מהתערבות באימונים. בעוד שמחקרים קודמים מדדו לרוב את SJ ואת CMJ בלבד, ללא תהליך אימון ממושך, שילוב של ניתור מסוג DJ, המדגיש תגובתיות מהירה וכוח ריאקטיבי (fast SSC), סיפק עומס נוסף שלא נבחן קודם לכן בהקשר של אוכלוסיית ספורטאי טאקוונדו. תוצאות המחקר מדגישות כי שימוש ברזמני בשלושת סוגי הניתורים כחלק בלתי נפרד מתוכנית האימונים עשוי לשמש מנגנון מרכזי בשיפור מדדי הכוח המתפרץ. שילוב זה, בשונה מהמחקרים המצוינים לעיל, כלל גם הערכה דינמית ומתן משוב אישי המבוסס על ניתוח ביומכני שאפשר לכל ספורטאי לשפר חולשות טכניות ייחודיות ולמקסם את ביצועיו לאורך זמן.

מגבלות המחקר

יש לציין מספר מגבלות שייתכן שהשפיעו על התוצאות. ראשית, גודל המדגם היה קטן יחסית ($n=10$), ולכן הכללת הממצאים לכלל אוכלוסיית לוחמי הטאקוונדו ההישגיים מוגבלת. זהו אתגר מתודולוגי מוכר במחקרי ספורט הישגי, ויש להתייחס אליו בהתאם. שנית, המחקר התמקד בגברים בלבד ולא כלל נשים – נשים לעיתים מציגות תגובות פיזיולוגיות שונות לתוכניות אימונים דומות. זאת ועוד, משך התערבות האימונים היה שמונה שבועות בלבד, ולכן ההבנה באשר להשפעה ארוכת הטווח של התוכנית על ביצועי הספורטאים היא מוגבלת. כמו כן, לא בוצע פיקוח תזונתי צמוד במהלך תקופת האימונים, אשר עשוי היה לתרום לתהליכי ההתאוששות ולמיצוי הפוטנציאל הגופני של המשתתפים. חשוב לציין כי המחקר נערך במהלך תקופת ההכנה, שבה אין תחרויות, ולכן יש להתייחס להשפעת האימונים בהקשר הספציפי של שלב זה בעונת האימונים. כמו כן, אף על פי שהמשתתפים היו ספורטאים הישגיים בעלי ניסיון של שנים רבות באימוני טאקוונדו, הם לא הכירו באופן מעשי את שלושת סוגי הניתורים שנכללו בתוכנית ההתערבות. ייתכן כי החידוש שבתרגילים אלה עורר מוטיבציה גבוהה ותחושת אתגר אישי, אשר תרמו למידת ההשקעה ולרצון להשתפר לאורך תקופת המחקר. גורם זה עשוי להשפיע על תוצאות המחקר ויש להביא אותו בחשבון בפרשנות הממצאים. נוסף על כך, רכיב אימוני הכוח הכלליים שנערכו באמצעות שלושת תרגילי הכוח עם משקולות חופשיות – לא נבחן ישירות במסגרת מחקר זה. תוכנית ההתערבות כללה אך ורק שילוב של שלושה סוגי ניתורים, אשר שולבו בתוכנית האימונים השוטפת של הקבוצה בהובלת המאמן, ללא תיעוד שוטף של משקלי העבודה, עצימות האימון או מדדים כמותיים אחרים של שיפור באימוני הכוח. עקב כך לא ניתן היה להעריך שינויים בכוח היחסי (כוח ביחס למשקל גוף) או את מידת השיפור ברכיב זה. לבסוף, המחקר לא כלל קבוצת ביקורת או השוואה בין שיטות אימון נוספות, ולכן יש להתייחס לממצאיו וליישומם בתוכניות אימון אחרות מתוך שיקול דעת. בהתאם לכך, יש לראות במחקר זה תיאור מקרה (case study) המספק תובנות ראשוניות אך אינו מאפשר הכללה רחבה מעבר לקבוצת הנבדקים שנבחנה. מומלץ אפוא שמחקרים עתידיים יבחנו באופן השוואתי את צורות האימון המוצעות, תוך שילוב קבוצת ביקורת ומתודולוגיות שיאפשרו הסקת מסקנות מבוססות יותר באשר ליעילותן של תוכניות האימון השונות.

משמעויות מעשיות

ממצאי המחקר מדגישים את החשיבות של שילוב אימוני ניתורים בתוכניות האימונים של לוחמי טאקוונדו בתקופת ההכנה הכללית. הממצאים יכולים לשמש בסיס לפיתוח תוכניות אימונים מותאמות אישית, תוך שילוב מדדים כמו סוגי ניתורים שיכולים לתרום לשיפור ביצועים בתחרויות.

רשימת המקורות

- Baechle, T., & Earle, R. (Eds.) (2008). Resistance training and spotting Techniques. In *essentials of strength training and conditioning* (pp. 325-332). (3rd ed.). Human Kinetics.
- Boyanmış, A. H., Kesilmiş, İ., Akın, M., Yilmaz, B., Uslular, A., Karac Ocal, Y., & Andre, H. (2024). A comparison of different strength measurement in Taekwondo: Herman trainer, manual tester, and standing long jump. *Medicina*, 60(4), 550.
<https://doi.org/10.3390/medicina60040550>
- Bridge, C. A., Ferreira Da Silva Santos, J., Chaabène, H., Pieter, W., & Franchini, E. (2014a). Physical and physiological profiles of Taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 713–733. Adis International Ltd. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0159-9>
- Bridge, C. A., Ferreira Da Silva Santos, J., Chaabène, H., Pieter, W., & Franchini, E. (2014b). Physical and physiological profiles of Taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 44(6), 713–733.
<https://doi.org/10.1007/s40279-014-0159-9>
- Campos, G. E. R., Luecke, T. J., Wendeln, H. K., Toma, K., Hagerman, F. C., Murray, T. F., Ragg, K. E., Ratamess, N. A., Kraemer, W. J., & Staron, R. S. (2002). Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. *European Journal of Applied Physiology*, 88(1–2), 50–60. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0681-6>
- Casolino, E., Lupo, C., Cortis, C., Chiodo, S., Minganti, C., Capranica, L., & Tessitore, A. (2012). Technical and tactical analysis of youth taekwondo performance. www.nsca-jscr.org
- Castagna, C., & Castellini, E. (2013). Vertical jump performance in Italian male and female national team soccer players. *Journal Of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 1156–1161. www.nsca.com
- Chaabene, H., Negra, Y., Capranica, L., Bouguezzi, R., Hachana, Y. S., Rouahi, M. A., & Mkaouer, B. (2017). Validity and reliability of a new test of planned agility in elite taekwondo athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(9), 2542–2547.
www.nsca.com

- Chtara, H., Negra, Y., Chaabene, H., Chtara, M., Cronin, J., & Chaouachi, A. (2020). Validity and reliability of a new test of change of direction in fencing athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 1–13.
https://doi.org/10.3390/ijerph17124545
- Fong, S. S. M., & Ng, G. Y. F. (2011). Does Taekwondo training improve physical fitness? *Physical Therapy in Sport*, 12(2), 100–106.
Churchill Livingstone. https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2010.07.001
- Heller, J., Peric Ć, T., Louhç, R. D., Kohlíkovç, E., Elichn, J. M., & Ovçkovç, H. N. (1998). Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. *Journal of Sports Sciences*, 16(3), 243–249.
- Herrera-Valenzuela, T., Miccono-González, G., Fazekas-Molina, M., Astorga-Rojas, G., Valdés-Badilla, P., Ojeda-Aravena, A., & Franchini, E. (2021). Relationship between movement change in karate position test and neuromuscular performance in karate athletes: A pilot study. *Retos*, 39, 505–508. www.retos.org
- Kim, H. B., Stebbins, C. L., Chai, J. H., & Song, J. K. (2011). Taekwondo training and fitness in female adolescents. *Journal of Sports Sciences*, 29(2), 133–138.
https://doi.org/10.1080/02640414.2010.525519
- Komi, P. V. (1984). Physiological and biomechanical correlates of muscle function: Effects of muscle structure and stretch-shortening cycle on force and speed. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 12, 81–122.
- Komi, P. V. (Ed.). (2011). *The encyclopaedia of sports medicine, neuromuscular aspects of sport performance*. Blackwell Publishing Ltd.
- Martin, B. A. (2020). *Plyometric training and its effects on the neuromuscular system*. Theses and Dissertations, Rowan University.
- Mcguigan, M. R., Doyle, T. L. A., Newton, M., Edwards, D. J., Nimphius, S., & Newton, R. U. (2006). Eccentric utilization ratio: Effect of

- sport and phase of training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 992–995. <http://journals.lww.com/nsca-jscr>
- Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. V. (2006). The stretch-shortening cycle: A model to study naturally occurring neuromuscular fatigue. *Sports Medicine*, 36(11), 977–999. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636110-00004>
- Ojeda-Aravena, A., Herrera-Valenzuela, T., Valdés-Badilla, P., Cancino-López, J., Zapata-Bastia's, J., & García-García, J. M. (2021). Effects of 4 weeks of a technique-specific protocol with high-intensity intervals on general and specific physical fitness in taekwondo athletes: An inter-individual analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph18073643>
- Ojeda-Aravena, A., Herrera-Valenzuela, T., Valdés-Badilla, P., Martín, E. B. S., Zapata-Bastia's, J., Aedo-Muñoz, E., & García-García, J. M. (2022). Interrelationship between specific high-intensity intermittent efforts ability with aerobic capacity and slow stretch-shortening cycle utilization in taekwondo athletes. *Isokinetic and Exercise Science*, 30(3), 241–250. <https://doi.org/10.3233/IES-210210>
- Ouergui, I., Messaoudi, H., Chtourou, H., Wagner, M. O., Bouassida, A., Bouhlel, E., Franchini, E., & Engel, F. A. (2020). Repeated sprint training vs. Repeated high-intensity technique training in adolescent taekwondo athletes — A randomized controlled trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 1–14. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124506>
- Pieter, W., & Heijmans, J. (2000). *Scientific coaching for Olympic Taekwondo* (Vol. 2). Meyer & Meyer Sport.
- Singh, A., Sathe, A., & Sandhu, J. (2017). Effect of a 6-week agility training program on performance indices of Indian taekwondo players. *Saudi Journal of Sports Medicine*, 17(3), 139. https://doi.org/10.4103/sjsm.sjsm_19_17
- Smith, B. W., Millar, E. A., Jones, K. C., & Elias, J. J. (2018). Variations in tibial tuberosity to trochlear groove and posterior cruciate ligament distances due to tibial external and valgus rotations. *Journal of Knee Surgery*, 31(6), 557–561. <https://doi.org/10.1055/s-0037-1604444>

- Suchomel, T. J., Sole, C. J., & Stone, M. H. (2016). Comparison of methods that assess lower stretch-shortening cycle utilization. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 547–554. www.nsca.com
- Tanner, R., & Gore, C. (2012). *Physiological tests for elite athletes*. Human kinetics.
- Tornello, F., Capranica, L., Chiodo, S., Minganti, C., & Tessitore, A. (2013). Time-motion analysis of youth olympic taekwondo combats. www.nsca.com
- Turner, A. N., & Jeffreys, I. (2010). The stretch-shortening cycle: Proposed mechanisms and methods for enhancement. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 32, 87–99.
- Young, W. B., Wilson, G. J., & Byrne, C. (1999). A comparison of drop jump training methods: Effects on leg extensor strength qualities and jumping performance. *Int J Sport Med*, 20, 295–303. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971134>