

למידה מוטורית של מטלת שליטה יציבתית אצל חיילים עם נקע בקרסול

נרית רותם-לרר¹, סא"ל זהר רונן², סרן אילנית רוזנברג², סרן גיורא האיזטין²

¹ חוג לפיזיותרפיה, הפקולטה לימודי הוחה ובריאות, אוניברסיטת חיפה
² מרפ"א מרכז

תקציר

רקע: המחקר בתחום הלמידה המוטורית עוסק בהבנת העקרונות המונחים בבסיס הרכישה, שמירה והעברה של מיומנויות תנועתיות. גורמים רבים נמצאו כמשפיעים על הלמידה המוטורית, כולל מיקוד הקשב. ראיות מחקריות עדכניות מצביעות על כך שיצירת מיקוד קשב חיצוני (מק"ח), בו המיקוד הוא בהשפעה של התנועה על הסביבה, יעיל יותר לקידום למידה מיצירת מיקוד קשב פנימי (מק"פ) בו המיקוד הוא בתנועות גופו של הלומד, אולם במחקרים אלו נבדקו נבדקים בריאים בלבד.

מטרה: לבדוק את השפעת מיקוד הקשב על למידת מטלת שליטה יציבתית לאחר נקע בקרסול.

שיטות: קבוצת המחקר כללה ארבעים משתתפים, שהופנו למחלקת הפיזיותרפיה במרפ"א מרכז, לאחר נקע בקרסול בדרגה 1-2. המשתתפים חולקו לשתי קבוצות, מק"ח ומק"פ, ולקחו חלק בשלושה אימונים בהם תרגלו שיווי משקל על הרגל הנקועה בשתי דרגות יציבות שנקבעו מראש. הערכת השליטה היציבתית בדרגות בהם התאמנו התקיימה לפני אימון ראשון, אחרי אימון אחרון ולאחר 48 שעות ללא אימון. להערכת העברת המיומנות, ההערכה הראשונה והאחרונה כללו בדיקה בדרגת יציבות נוספת, קשה יותר, בה לא התבצע אימון. לפני תחילת האימון הראשון הונחו המשתתפים לשמור על שיווי משקל כאשר קבוצת המק"ח הונחתה לעשות זאת על ידי ייצוב המשטח עליו עמדו וקבוצת המק"פ הונחתה לעשות זאת על ידי ייצוב הגוף.

תוצאות: אימון במק"ח יעיל יותר מאימון במק"פ בדרגות הקושי בהן התבצע תרגול במדד יציבות כללית וביציבות במישור קדמי - אחורי. אימון במק"ח יעיל יותר בהעברה לדרגת קושי גבוהה יותר, בה לא התבצע אימון, במדדים הנ"ל וכן ביציבות במישור צידי.

מסקנות: אימון במק"ח יעיל יותר מאימון במק"פ ברכישה, בלמידה ובהעברה של מטלת שליטה יציבתית אצל חיילים לאחר נקע בקרסול.

מילות מפתח: מיקוד, קשב, מוטורי, למידה, נקע בקרסול.

הקדמה

המחקר בתחום הלמידה המוטורית עוסק בהבנת העקרונות המונחים בבסיס הרכישה, שמירה והעברה של מיומנויות מוטוריות. יישום עקרונות אלו עשוי לשפר את יעילות השיקום בכלל ויעילות שיקום השליטה היציבתית בפרט.

שליטה יציבתית היא היכולת לשמור את מרכז הכובד בתוך בסיס התמיכה בזמן תנוחה סטטית או תנועה דינמית. יכולת זאת דורשת תיאום בין מערכות חישה, תנועה ומערכת העצבים המרכזית (1). מערכת העצבים המרכזית מקבלת מידע מהמערכות התחושתיות, מעבדת אותו ומעבירה הוראות למערכות המוטוריות, המבצעות את השינוי התנוחתי הנדרש. הגוף משתמש באסטרטגיות שונות על מנת לשמור ולהשיג שליטה יציבתית (2). כדי להעריך שליטה יציבתית בצורה מקיפה יש צורך לכלול מדידה של שלוש המערכות הקשורות אליה.

ישנן גישות שונות לביצוע הערכת יכולת שליטה יציבתית. במחקר זה נעשה שימוש במערכת מסוג Biodex Stability System (BSS, Biodex Medical Systems Inc., Shirley, NY, USA) שהיא מערכת לאימון והערכת שליטה יציבתית בעלת מהימנות מבוססת (3). המערכת כוללת משטח עמידה עם יציבות משתנה, בעלת שמונה דרגות יציבות, כאשר דרגה 8 היא היציבה ביותר ודרגה 1 הפחות יציבה, מעקה מתכוונן ויחידת תצוגה (ראה תרשים מס' 1).

תרשים 1. מערכת Biodex Stability System (BBS, Biodex Medical System Inc., Shirley, NY, USA)



מחקר זה בחן את השפעת מיקוד הקשב על למידת מטלת שליטה יציבתית אצל חיילים לאחר נקע בקרסול. השערת מחקר זה היא שהשימוש במק"ח יהיה יעיל יותר מהשימוש במק"פ ללימוד, רכישה והעברה של מטלת שליטה יציבתית לאחר נקע בקרסול.

שיטת מחקר

קבוצת המחקר כללה ארבעים משתתפים, שהופנו למחלקת הפיזיותרפיה במרפ"א מרכז, לאחר נקע בקרסול בדרגה 1-2. כל המשתתפים נתנו הסכמה בכתב להשתתפות במחקר שאושר על ידי וועדת ניסוי אנוש של צה"ל. קריטריוני ההכללה במחקר היו: נקע דרגה 1 ו-2, עד ארבעה חודשים לאחר הפגיעה, עם יכולת לשאת משקל על רגל פגועה. קריטריונים לאי הכללה היו: עדות לפציעה נוספת כגון שבר, ניתוחים בגף תחתון, מחלות ופגיעות עצביות או של מערכת שיווי המשקל והתנסות קודמת על מכשיר ה-BSS.

מאפייני משתתפי המחקר מוצגים בטבלה 1.

טבלה 1. מאפייני משתתפים (ממוצע $\pm$ סטיית תקן)

קבוצת מיקוד קשב חיצוני	קבוצת מיקוד קשב חיצוני	
21.1 $\pm$ 3.3	20.5 $\pm$ 1.8	גיל (שנים)
73.0 $\pm$ 12.8	74.4 $\pm$ 6	משקל (ק"ג)
175.7 $\pm$ 8.9	176.7 $\pm$ 6.6	גובה (ס"מ)
4.3 $\pm$ 3.1	4.7 $\pm$ 2.8	זמן מפציעה (שבועות)
16/4	20/0	מגדר*

* chi-square tests $p < .05$.

הנבדקים השתתפו בשלושה אימונים בהם תרגלו שיווי משקל על הרגל הנקועה בשתי דרגות יציבות (דרגות 6 ו-4) שנקבעו מראש. כל אימון כלל 10 חזרות של 20 שניות, שבינים 30 שניות מנוחה, בכל דרגת קושי הערכת השליטה היציבתית בדרגות בהם התבצע האימון התקיימו לפני אימון ראשון, אחרי אימון אחרון ולאחר 48 שעות ללא אימון. ההערכה התבצעה ע"פ פרוטוקול שנמצא מהימן ותקף עם אוכלוסיית נבדקים דומה (19). ההערכה הראשונה והאחרונה כללו בדיקה בדרגת יציבות נוספת (דרגה 2), קשה יותר, בה לא התבצע אימון, להערכת העברת המיומנות.

החוקרת הראשית ביצעה את הבדיקה הראשונה והאחרונה (כעבור 48 שעות), בעוד הבדיקה מייד לאחר האימון האחרון והאימונים עצמם בוצעו על ידי שני פיזיותרפיסטים מוסמכים, מצוות מכון הפיזיותרפיה במרפ"א מרכז, שהודרכו על ידי החוקרת הראשית. המשתתפים חולקו לאחת משתי הקבוצות מק"ח ומק"פ באופן אקראי לאחר הבדיקה הראשונה והשתייכותם לקבוצה היתה סמויה מהחוקרת הראשית.

המערכת מספקת מדד יציבות (stability index) המייצג את מידת סטיית משטח העמידה ממצב מאוזן בכיוונים שונים. מדד יציבות נמוך יותר מעיד על שליטה יציבתית טובה יותר. במחקר זה נעשה שימוש בשלושת המדדים של שליטה יציבתית אותם המערכת מספקת: במישור קדמי - אחורי, במישור צידי, ומדד כללי משוקלל.

השימוש במערכת זו מקובל במחקרים בספורטאים ובעלי יכולת גופנית גבוהה מכיוון שהיא מאפשרת אומדן של השליטה היציבתית במצבים מאתגרים. בקרב אוכלוסיות אלו ישנן מספר פציעות עם פגיעה בשליטה היציבתית כשהשכיחה ביותר היא נקע בקרסול (4). פציעה זו נמצאה כשכיחה ביותר אצל חיילים הן בצבא ארה"ב (5) והן בצה"ל (6).

מבנה הקרסול חושף את צידו החיצוני לסכנה של נזק כתוצאה מתנועת אינברסיה מופרזת. במקרה כזה עשויות הרצועות הצידייות להינזק ונגרם נקע לקרסול. נקעים בקרסול מסווגים על פי מידת הפגיעה, התפקוד וחוסר היציבות לשלוש דרגות (7). נקע בקרסול עשוי לגרום למוגבלות ארוכת טווח ופגיעה ביכולת התיפקודית וביכולת להשתתף בספורט (8). ירידה ביכולת השליטה היציבתית הודגמה תכופות אצל נפגעים לאחר נקע בקרסול והיא אחת הסיבות העיקריות למוגבלות ארוכת הטווח (9). אמצעים רבים לאימון לשיפור השליטה היציבתית לאחר נקע בקרסול נבדקו ותוארו בספרות (10). התנאים העדיפים לעידוד למידה מוטורית ומיקוד הקשב היעיל לשיקום יכולת השליטה היציבתית לא נבדקו במחקרים אלו.

למידה מוגדרת כתהליכים הקשורים לאימון או ניסיון, המובילים לשינויים קבועים יחסית ביכולת ליצור פעולה מיומנת (11). למידה אינה ניתנת לצפייה ולמדירה ישירות וניתן לאמוד למידה רק ממדידות חוזרות של ביצוע. היבט חשוב בלמידה מוטורית הוא "העברה" המוגדרת כמידה בה אימון בתנאים והקשרים מסוימים משפיע על יכולת הביצוע בתנאים או בהקשרים אחרים (11).

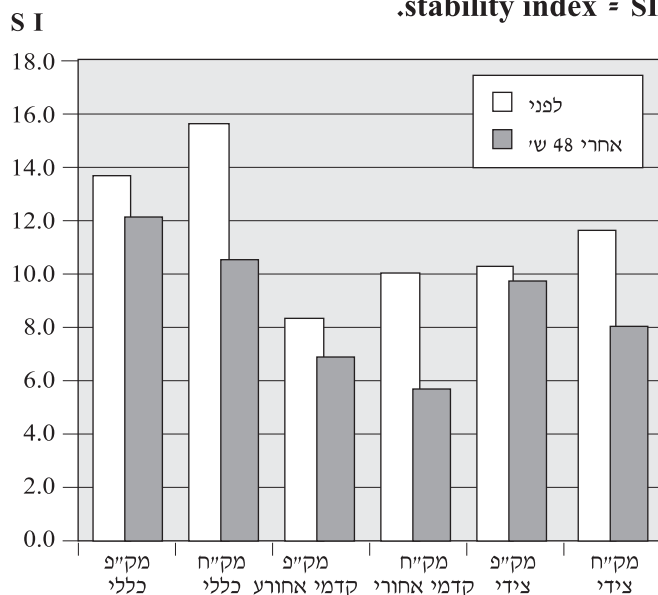
גורמים רבים נמצאו כמשפיעים על הלמידה המוטורית ואחד מהם הוא מיקוד הקשב. כאשר מלמדים מטלה תנועתית, ניתנות ללומד הנחיות המכוונות את מיקוד הקשב. ראיות מחקריות עדכניות מצביעות על כך שצורת מיקוד קשב חיצוני (מק"ח), בו המיקוד הוא בהשפעה של התנועה על הסביבה, יעיל יותר לקידום למידה מיצירת מיקוד קשב פנימי (מק"פ) בו המיקוד הוא בתנועות גופו של הלומד (12-14). מיקוד הקשב העדיף נבדק תחילה במחקרים שעשו שימוש במטלה ספורטיבית כגון חבטת טניס (13) וגולף (15) ומיומנויות מתחום הכדורגל (16).

במספר מחקרים בהם נבדקה השפעת מיקוד הקשב על למידה של מטלת שליטה יציבתית (12, 17, 18) מק"ח נמצא עדיף על פני מק"פ, אולם במחקרים אלו השתתפו בריאים בלבד וטרם נבדקה השפעת מיקוד הקשב על נבדקים שאינם בריאים. לפיכך, ההנחה שהשימוש במק"ח ללימוד מטלות ישימה בשיקום לאחר מחלה או פציעה, הגורמת לפגיעה ביכולת השליטה היציבתית, טרם נבחנה.

הן בדרגה 6 והן בדרגה 4 לא נמצא הבדלים בין ההערכה אחרי האימון האחרון וההערכה לאחר 48 שעות ללא אימון. ממצא זה מעיד על כך שבשתי הקבוצות שהתוצאות נשמרו במהלך הזמן בו לא התבצע אימון.

בדרגה 2, הקשה ביותר, בה לא התבצע אימון ושנועדה לבדיקת ההעברה, נמצא שיפור מובהק בשליטה היציבתית של שתי הקבוצות בכל המדדים (תרשים 3) נמצאה אינטראקציה בין זמן לקבוצה

תרשים 3: השוואה בין קבוצת מיקוד קשב חיצוני (מק"ח) לקבוצת מיקוד קשב פנימי (מק"פ) במדדי שליטה יציבתית בדרגת קושי 2 במישור צידי, במישור קדמי-אחורי ובמדד יציבות כללי לפני האימון, ו-48 שעות אחרי אימון אחרון.
 $\text{stability index} = SI$



המעיד שקבוצת המק"ח השתפרה במובהק יותר מקבוצת המק"פ במדד הכללי ($F_{1,38} = 45.18, P < 0.001$), במדד הקדמי-אחורי ($F_{1,38} = 15.91, P = 0.003$) ובמדד הצידי ($F_{1,38} = 21.51, P < 0.001$)

דיון

תוצאות המחקר מצביעות על עדיפות למק"ח על פני מק"פ בשלבי הרכישה ברמות היציבות שתורגלו במדדים הכללי ובמישור קידמי אחורי, אבל לא במישור הצידי. יתכן והשינוי במישור הצידי הושפע יותר מהימנעות המשתתפים ממתחיה אפשרית של הרקמות שנפגעו בנקע מאשר מתנאי הלמידה שונים. ב-48 השעות בהם לא התבצע אימון, לא נצפה שינוי מובהק עובדה המצביעה על כך שהשיפור שהושג בשלב האימון נשמר. התוצאות מצביעות על עדיפות למק"ח גם בהעברה לדרגת הקושי הגבוהה יותר, דרגה 2, בה לא התבצע האימון.

תוצאות מחקר זה מתאימות לתוצאות מחקרים קודמים בהם נמצא שאימון בתנאים של מק"ח עדיף על אימון בתנאי מק"פ (18, 20, 21).

לפני תחילת האימון הראשון הונחו המשתתפים לשמור על שיווי משקל כאשר קבוצת המק"פ הונחתה לעשות זאת על ידי ייצוב הגוף וקבוצת המק"ח הונחתה לעשות זאת על ידי ייצוב המשטח עליו עמדו.

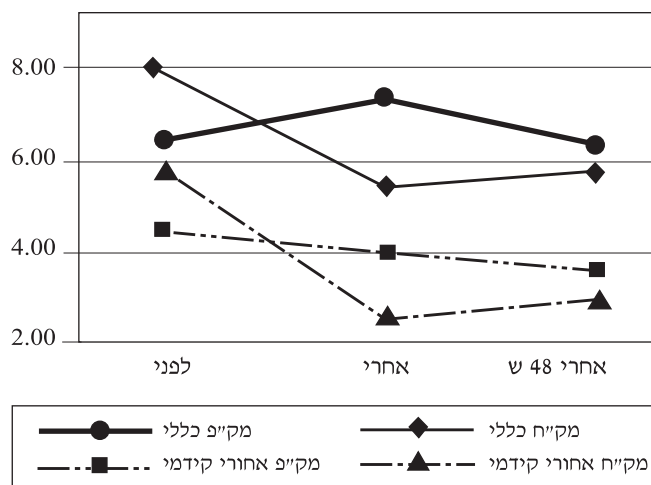
סטטיסטיקה תיאורית שימשה לתיאור מאפייני הקבוצות בשלבי הבדיקה השונים. ניתוח שונות דו כיווני וניתוח פוסט הוק ע"ש טוקי - קרמר (Tukey Kramer) שימשו להערכת השפעת מיקום מיקוד הקשב על רכישה, שמירה וההעברה של מטלת השליטה היציבתית. מובהקות סטטיסטית נקבעה לפי $p < 0.05$.

תוצאות

מאפייני משתתפי המחקר מוצגים בטבלה 1. לא נמצאה שונות סטטיסטית בין הקבוצות מלבד בסעיף המיגדר.

תוצאות ההערכה בדרגה 6 (תרשים 2) במדד הכללי הראו שיפור מובהק במהלך המחקר בקבוצת המק"ח בלבד. במדד הקידמי-

תרשים 2: השוואה בין קבוצת מיקוד קשב חיצוני (מק"ח) לקבוצת מיקוד קשב פנימי (מק"פ) במדדי שליטה יציבתית בדרגת קושי 6 במישור צידי, במישור קדמי-אחורי ובמדד יציבות כללי לפני האימון, ו-48 שעות אחרי אימון אחרון.
 $\text{stability index} = SI$



אחורי שתי הקבוצות השתפרו אולם רק בקבוצת המק"ח הייתה אינטראקציה בין קבוצה לזמן ($F_{2,76} = 3.67, P = 0.0302$) דבר המעיד על כך שקבוצה זאת השתפרה יותר, באופן מובהק, מקבוצת המק"פ במהלך המחקר. בדרגה 4 שתי הקבוצות השתפרו במדד הכללי והקידמי - אחורי אולם ללא הבדל מובהק בין הקבוצות, מגמה לכיוון מובהקות נמצאה במדד הקידמי - אחורי.

במהלך פרק זמן זה חשיבות גדולה לחזרה מוקדמת ככל האפשר לפעילות מלאה. לפיכך, גם לתוצאות אימון של שבוע יש משמעות קלינית מסוימת.

ישנו קושי בהערכה האם להבדלים בין הקבוצות אכן יש משמעות קלינית. השינוי במדד הכללי בדרגה 6 בין ההערכה הראשונה וההערכה האחרונה מהווה שיפור של 27.3% בקבוצת המק"ח ו-4.7% בקבוצת המק"פ. השינוי במדד זה בדרגה 4 מהווה שיפור של 28.1% בקבוצת המק"ח ו-2.1% בקבוצת המק"פ, ובדרגה 2 33.4% ו-11.8% בהתאמה. למרות שניתן להתרשם ששיפור זה הינו בעל משמעות קלינית הרי שאין אפשרות לאמוד זאת במדויק ולשם כך יש צורך במחקר נוסף.

תמיכה נוספת למשמעות הקלינית של השימוש במק"ח ניתנת על ידי מחקרים בהם בדקו אם למיקוד הקשב השפעה לא רק על תוצאות הביצוע אלא גם על הדרך בה המטלה מתבצעת. מחקרים אלו מצאו שלא רק שהמטלה בוצעה בצורה מדויקת יותר על ידי קבוצת המק"ח, אלא שהיא גם בוצעה על ידי פעילות שרירית נמוכה יותר, כלומר ביעילות רבה יותר (28, 29). גם כאשר מתאמנים לשיפור השליטה יציבתית חלק מהשיפור הוא היכולת להשיג את השליטה היציבתית ברמת פעילות שרירית נמוכה. במחקר הנוכחי לא נעשה שימוש במדידה של פעילות שרירית ונושא זה ניתן לבחון במחקרים עתידיים.

למרות חלוקה אקראית של המשתתפים לשתי הקבוצות הן נבדלו מבחינת מיגדר. לא מדווח בספרות על שוני בין גברים לנשים בתחום הלמידה המוטורית ושיקום לאחר נקע בקרסול.

מסקנות

אימון במק"ח יעיל יותר מאימון במק"פ ברכישה, למידה והעברה של מטלת שליטה יציבתית אצל חיילים לאחר נקע בקרסול. המחקר הנוכחי מצביע על כך שליישום עקרונות למידה מוטורית עשויה להיות חשיבות גם בשיקום אורתופדי ובשיקום מפציעות ספורט.

מאחר ונקע בקרסול היא פציעה נפוצה בקרב חיילים, במיוחד בקרב לוחמים, ניתן להשתמש בתוצאות מחקר זה לשיפור יעילות הטיפול באוכלוסיה זו בה החזרה המהירה לתפקוד חשובה במיוחד.

אולם הן שונות מתוצאות מחקרים קודמים בהם לא נשמר השיפור שהושג בין אימון אחרון לבדיקה לאחר פרק זמן ללא אימון (12). ניתן להסביר הבדלים אלו במספר חזרות קטן יחסית שהתבצעו בהערכת השליטה היציבתית במחקר זה וכן בפרק הזמן הארוך יותר בין האימון האחרון לבדיקה.

ההבדלים המובהקים בין הקבוצות במטלת ההעברה (דרגה 2) בכל המדדים מתאימה למחקרים קודמים (12, 22). שלא כמו בדרגות הקלות יותר (4 ו-6), בדרגה 2 היה שיפור בכל מדדי השליטה היציבתית. עובדה זו עשויה להיות מוסברת בכך שלמק"ח יתרון גדול יותר ככל שרמת הקושי של המטלה המבוצעת גבוהה יותר (23). לעדיפות הברורה של מק"ח במטלת העברה משמעות ניכרת בהיבט השיקומי. על סמך תוצאות אלו ניתן להסיק שלאימון עם מק"ח בדרגות קושי נמוכות, כפי שמתבצע לעיתים קרובות בתחילת התהליך השיקומי, יש השפעה חיובית על היכולת בדרגות הקושי הגבוהות יותר אליהם מתקדמים בהמשך השיקום. להשפעה זאת פוטנציאל לשפר ואולי אף לקצר את החזרה לתפקוד מלא.

כדי לבדוק האם יש משמעות תפקודית לשינוי בשליטה היציבתית ולהבדלים בין הקבוצות יש צורך בהערכה תפקודית של המשתתפים בעזרת כלי הערכה תקפים ומהימנים. למרות שבספרות מתוארים כלי הערכה רבים ומגוונים לשימוש לאחר נקע בקרסול (24, 25), כלי ההערכה אלו לוקים בחסר מבחינת מהימנות ותקפות (26). לכן הוחלט, בתכנון הפרוטוקול המחקרי, שהשימוש בכלי הערכה אלו לא יספק מידע נוסף חד משמעי שיסייע לפרש את תוצאות המחקר. במחקרים עתידיים יש מקום לשלב הערכה תפקודית על ידי כלי הערכה מקובלים ולבדוק האם ההבדל בין מק"ח ומק"פ יבוא לידי ביטוי גם במדדים אלו.

במחקר זה נעשתה בדיקה של תוצאות בטווח זמן קצר בלבד. מחקרים שבדקו את הקשר בין שיפור בטווח הקצר ובטווח הארוך בתנאי אימון שונים העלו מסקנות שאינן חד משמעיות. אולם, כאשר אנו בוחנים שינוי במהלך שיקום לאחר נקע בקרסול אין להמעיט בחשיבות התוצאות קצרות הטווח. מכיוון ששיקום לאחר נקע בקרסול אינו ארוך ונמשך בדרך כלל כשמונה שבועות (27).

מקורות

1. Woollacott M., Shumway-Cook A. Changes in posture control across the life span-a systems approach. *Phys Ther.* 1990; 70:799-807.
2. Horak F., Nashner L.M. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *Journal Neurophysiol.* 1986; 55:1369-1381.
3. Pincivero D., Lephart S., Henry T. Learning effects and reliability of the Biodex Stability System. *Journal Athletic Training.* 1995; S35-36.
4. Liu S.H., Nguyen T.M. Ankle sprains and other soft tissue injuries. *Curr Opin Rheumatol.* 1999; 11:132-137.
5. Jackson D.W., Ashley R.L., Powell J.W. Ankle sprains in young athletes. Relation of severity and disability. *Clin Orthop.* 1974; 101:201-215.
6. Milgrom C., Shlamkovitch N., Finestone A., Eldad A., Laor A., Danon Y.L., et al. Risk factors for lateral ankle sprain: a prospective study among military. *Foot Ankle.* 1991; 12:26-30.
7. Crichton K.J., Fricker P.A., Purdam C., Watson A.S. Injuries to the pelvis and lower limb. In: Bloomfield J., Fricker P.A., Fitch K.D., editors. *Science and Medicine in Sport.* 2 ed. Victoria: Blackwell Science Pty Ltd; 1995. p. 463-467.
8. Gerber J.P., Williams G.N., Scoville C.R., Arciero R.A., Taylor D.C. Persistent disability associated with ankle sprains: a prospective. *Foot Ankle Int.* 1998; 19:653-360.
9. Yeung M., Chan K., So C.H., Yuan W.Y. An epidemiological survey on ankle sprain. *Br J Sports Med.* 1994; 28:112-116.
10. Hess D.M., Joyce C.J., Arnold B.L., Gansneder B.M. Effect of a 4-week agility training program on postural sway in the functionally unstable ankle. *Journal Sport Rehabil.* 2001; 10: 24- 34.
11. Schmidt R.A., Lee T.D. Motor Control and Learning: *A Behavioral Emphasis.* 2d ed., p.264 Champaign, Illinois: Human Kinetics; 1999.
12. McNevin N.H., Shea C.H., Wulf G. Increasing the distance of an external focus of attention enhances. *Psychol Res.* 2003; 67:22-29.
13. Wulf G., McNevin N.H., Fuchs T., Ritter F., Toole T. Attentional focus in complex skill learning. *Res Q Exerc Sport.* 2000; 71:229-239.
14. Wulf G., Holz M., Prinz W. Instructions for motor learning: Differential effects of internal versus external focus of attention. *Journal of Motor Behavior.* 1998; 30:169-179.
15. Wulf G., Lauterbach B., Toole T. The learning advantages of an external focus of attention in golf. *Res Q Exerc Sport.* 1999; 70:120-126.
16. Wulf G., McConnel N., Gartner M., Schwarz A. Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback. *J Mot Behav.* 2002; 34:171-182.
17. Wulf G., McNevin N., Shea CH. The automaticity of complex motor skill learning as a function of. *Q J Exp Psychol A.* 2001; 54:1143-1154.
18. Wulf G., Weigelt M., Poulter D., McNevin N. Attentional focus on suprapostural tasks affects balance learning. *Q J Exp Psychol A.* 2003; 56:1191-1211.
19. Cachupe W., Shifflett B., Kahanov L., Wughalter E. Reliability of Biodex Balance System Measures. *Measurement in Physical Education and Exercise Science.* 2001; 5:97-108.
20. Wulf G., Shea C., Park J.H. Attention and motor performance: preferences for and advantages of an external focus. *Res Q Exerc Sport.* 2001; 72:335-344.
21. Shea C.H., Wulf G. Enhancing motor learning through external-focus instructions and feedback. *Human Movement Science.* 1999; 18:553-571.
22. Totsika V., Wulf G. The influence of external and internal foci of attention on transfer to. *Res Q Exerc Sport.* 2003; 74:220-225.
23. Vuillerme N., Nafati G. How attentional focus on body sway affects postural control during quiet standing. *Psychol Res.* 2005; 8:1-9.
24. Rose A., Lee R.J., Williams R.M., Thomson L.C., Forsyth A. Functional instability in non-contact ankle ligament injuries. *Br J Sports Med.* 2000; 34:352-358.
25. Rozzi S.L., Lephart S.M., Sterner R., Kuligowski L. Balance training for persons with functionally unstable ankles. *Journal Orthop Sports Phys Ther.* 1999; 29:478-486.
26. Haywood K.L., Hargreaves J., Lamb S.E. Multi-item outcome measures for lateral ligament injury of the ankle: a structured review. *J Eval Clin Pract.* 2004; 10:339-352.
27. Lynch S., Renstrom P. Treatment of acute lateral ankle ligament rupture in the athlete. Conservative versus surgical treatment. *Sports Med.* 1999; 27:61-71.
28. Zachry T., Wulf G., Mercer J., Bezodis N. increased movement accuracy and reduced EMG activity as the result of adopting an external focus of attention. *Brain Res Bull.* 2005; 30:304-309.
29. Vance J., Wulf G., Tollner T., McNevin N., Mercer J. EMG activity as a function of the performer's focus of attention. *Journal of Motor Behavior.* 2004; 36:450-459.