

סיכומי הרצאות הכנס הלאומי למדעי האימון התחרותי

דצמבר 2019



שכתוב ועריכה: נעה אל-יגון
עריכה לשונית: מארי-רוז גוטמן

מכון וינגייט - המכון הלאומי למצוינות בספורט, ומנהל הספורט מברכים אותך על השתתפותך בכנס למדעי האימון התחרותי 2019 וגאים להגיש לך את חוברת הסיכומים של הרצאות הכנס. בחוברת תמצא את סיכומי מיטב הרצאות הכנס במגוון נושאים, דוגמת אימוני התנגדות ושיפור ביצועים ספורטיביים, אימון ילדים, אימון היפרטרופיה, התאוששות מאימונים ועוד.

אנו מקיימים השתלמויות מדעיות ענפיות רבות במהלך השנה, ואנו שמחים להודיעך שב-16-17 בדצמבר 2020 יתקיים הכנס הפוסט-אולימפי למדעי האימון התחרותי - כך שמומלץ לעקוב אחר הפרסומים באתר המכון: www.wingate.org.il.

נשמח מאוד לראותך שותף לעשייתנו להתמקצעות המאמן בישראל ולקידום מעמדו, גם בעתיד.

בברכה ובכבוד רב,

ג'ינו יעקב

מנהל בית הספר למאמנים ומדריכים

מכון וינגייט, המכון הלאומי למצוינות בספורט



תוכן העניינים

עמוד	מרצה	נושא	הרצאה
		מעקב ובקרה אחר עומסי אימון בענפים אישיים וענפי כדור	1
4	ד"ר איניגו מוחיקה		
6	רותם כסלו-כהן	לחשוב מחוץ לקופסה – תקופתיות	2
10	ד"ר איריס אורבך	תקופתיות מחוץ לקופסה – האספקט המנטלי	3
13	ד"ר ישראל הלפרין	תפיסת מהירות מוט במהלך תרגילי התנגדות	4
		'בלי לערב רגשות' מדידת רגש במהלך ביצוע סט אימון עד לכשל	5
16	אביב עמנואל		
18	עידן חרט	אימון מבוסס מהירות	6
22	שי גלזל	השפעת אימוני התנגדות על ביצועים אירוביים	7
		שינויים פיזיולוגיים ומטבוליים בסיבי שריר שלד במהלך חשיפה לשדה אלקטרומגנטי	8
24	ד"ר דנה אדלר פורטל		
25	צאלי ריכרד	מצב העייפות בקרב ספורטאי עילית	9
		הדרישות הפיזיולוגיות להתאוששות מיטבית בספורט העממי והתחרותי	10
28	איתי גולדפרב		
31	רותם כסלו-כהן	לישון על זה: חשיבות השינה לביצועים ספורטיביים	11
35	יאיר עזגד	גנטיקה והישגים אתלטיים	12
		חומצות אמינו מסועפות שרשרת ופחמימות והיכולת לבצע מאמץ אירובי ממושך	13
38	אורי אליהו		
39	אדי קוגן	חזרות אפקטיביות	14
		סינתזת חלבון והיפרטרופיה בתאי שריר: היבטים מולקולריים ויישומיים	15
43	איתי גולדפרב		
46	פרופ' יובל חלד	הטוב, הרע והמכוער – פרוק שריר ממאמץ	16
		השפעת אימונים המשלבים כוח ואירובי על יכולת השריר לגדול	17
47	איהאב איוב		
		מעקב ובקרה אחר ספורטאים בתקופת ההכנה לעונת התחרויות	18
51	ד"ר איניגו מוחיקה		
53	בן אל ברקוביץ'	שתיה והידרציה בקרב ספורטאים צעירים	19
56	פרופ' גל דובנוב-רז	פעילות ספורטיבית בילדים עם מחלות כרוניות	20
		פעילות גופנית ועיסוק בספורט בקרב ילדים הסובלים מעודף משקל	21
58	פרופ' דני נמט		



ד"ר איניגו מוחיקה

במעקב אחר כימות ביצועי הספורטאי נעקוב אחר:

- העומס המתוכנן ע"י המאמן
- עומס האימון שמקצה המאמן
- עומס האימון שמבצע הספורטאי

בהתייחסות לעומס שמבצע הספורטאי נשתמש בשיטה לכימות המחולקת לארבעה חלקים:

1. שאלונים
2. יומנים
3. מעקב פיזיולוגי
4. אבחנות ישירות

אומנם יש חשיבות לשימוש בשיטות הכימות הנ"ל אבל יש חשיבות ליישום נתוני המחקר.

אין אפשרות לזהות את השפעות האימון בספורט ללא כימות. על מנת שנוכל להשוות בין ההשקעה באימון לבין תוצאות האימון, נצטרך מידע על אינטנסיביות אימוני הספורטאי ונפחם.

כימות נפח הוא פשוט למדי (ק"ג/שעה), אולם כימות האינטנסיביות הוא בעייתי יותר ולכן נשען על מעקב פיזיולוגי אחר עוצמת האימון.

בבואנו לבדוק זאת נסתמך על שלושה פרמטרים:

1. צריכת החמצן (לא על בסיס יומיומי)
 2. קצב הלב
 3. רמת החומצה הלקטית
- אין אפשרות למדוד עלייה ברמת החומצה הלקטית בדם באופן יומיומי ולכן הסתמכנו על מדד קצב הלב כדי לבדוק יציבות בפרמטר זה לאורך זמן.

בקרב ספורטאי על אפשר להסתמך על קצב הלב כדי לדעת מה העצימות הרצויה לאימון.

להבנת היחסים בין הצח"מ לבין קצב הלב צריך למדוד אותם, הן בזמן מאמץ והן בזמן מנוחה, ולנתח את הביצועים בהתאם.

עומס חיצוני:

ביצועי הספורטאי במהלך תחרות או אימון - כימות עפ"י מדד של ק"מ/שעה ו/או ק"ג/שעה לשם הבנת השפעה של עומס חיצוני עלינו להבין את העומס הפנימי.

עומס פנימי:

עומס ביולוגי הנאכף על הגוף בזמן אימון והפרת ההומאוסטזיס.

בבדיקת 44 שעות אימון בקרב שחיני על נמדדו 14-22 סמנים ביולוגיים של השחיינים האולימפיים.

על בסיס מדדים המעידים על מערכת יחסים זו שבין הסמנים הביולוגיים לבין העומס החיצוני והשפעתו על הביצועים, נמצא כי האימונים יעילים יותר כשמפחיתים 40% עד 45% מעומס האימון.

הסיבות לקשרי הגומלין בין העומסים החיצוניים לבין הביצועים:

- סמנים הורמונליים, אינדיקטורים לעומס פנימי
- סמנים של מערכת החיסון
- סמנים המטולוגיים

אצל שחיינים:

- מערכת היחסים בין העומס החיצוני, הסמן ההורמונלי והעומס הפנימי, היחס בין קורטיזול לבין סטוסטרון:
- אם מורידים את היחס בין הקורטיזול והסטוסטרון בעומס אימונים - הביצועים מתדרדרים.
 - אם מעלים את היחס בין הקורטיזול והסטוסטרון - הביצועים משתפרים.

אצל רוכבי אופניים:

- אם נמדוד את קצב הלב בזמן תחרות נוכל לחשב את עומס האימון ועצימותו.
- מחקר זה אפשר חישוב של עומס האימונים ועצימותם במהלך אימון לתחרויות, ואימונים בתנאי שטח שונים (מישור, עליות וכד').
- אם לא נדע מהן דרישות התחרות מהספורטאי לא נוכל לתכנן לספורטאי אימון פרטני המותאם אישית לצרכיו.

במחקר אחר נמדדה תפוקת כוח:

- ברכיבת אופניים מקצועית הרוכב נמצא פעמים רבות במצב של זינוק. במחקר הצליחו לתאר את משכי הזינוקים וכמותם. עקומות זמן וכוח נמדדו בזמן תחרויות. כך למשל, כמה שניות יכול להחזיק הרוכב מעמד ב-50v/kg? מדדים הנמדדים בענפי סיבולת יכולים להימדד גם בספורט קבוצתי באמצעות טכנולוגיות שונות המותאמות לעולם הספורט (gps, Bluetooth, מערכת מעקב פסיבי וכו') יחידת Gps למשל, תוכל לנטר את תנועת הספורטאי.
- למערכות הטכנולוגיות יש מגבלות, אין ולידציה (תיקוף) לנתונים ולא נדע מהו סטנדרט הזהב ולכן קשה לאמץ שיטות אלה. כמו כן, אין מחקרי השוואה של ממצאי הניתוח.
- לא נעשה ניסיון לתאר את ניתוח מהלך התנועה בזמן משחקי אמת, שכן מערכות אלה מודדות עומס חיצוני ולא ניתן לייחס את המדדים לעומס הפנימי.

מחקר שנערך על שחקני כדורגל:

- ניתוח תנועה זמן במהלך משחק ע"י מערכת של חברת amisco על 20 שחקנים (Gps שנשא על גבו כל שחקן).
 - נצפו מדדים פיזיולוגיים כמו: מסת גוף, גרביטציה של השתן, הידרציה, חומצה לקטית, קצב לב.
 - טמפרטורת גוף לפני המשחק, במהלכו ולאחריו.
 - מאמץ בעצימות גבוהה לפני המחקר ואחריו.
 - כל הפרמטרים הנ"ל נחקרו בכדי להבין את התשישות.
 - בערכים אבסולוטיים לא ניתן להשוות בין השיטות של המערכות השונות, שביניהן. נמדדו הבדלים משמעותיים.
 - אם נשתמש בערכים יחסיים נוכל להשוות בין נתוני המערכות השונות על השפעת התשישות.
- כך למשל, ניתן יהיה להצביע על אחוזים דומים של ירידה בביצועים ע"פ נתוני המערכות והשיטות השונות.

לסיכום:

- כיום ניתן לכמת בספורט כמעט הכול, אבל למרבה המזל עדיין תהיה לנו, המאמנים, עבודה. כיום אין אמצעי כמותי המסוגל לתאר את איכות האימון ומשכו.
- לא יודעים איזה אימון? כמה זמן יש לבצעו? ובאיזו עצימות? וצריך להתאמן כדי להגיע לביצועים פיזיולוגיים. לכל ספורטאי תגובות פיזיולוגיות שונות ועל כן לא ניתן לבא תגובה פיזיולוגית של ספורטאי לאימון.
- בהתאם לכך, נחפש סממנים המשקפים את היכולת האינדיבידואלית ואת ההסתגלות לאימון. חשוב למדוד כמה שיותר סמנים ומרכיבים כדי לנתח את הסתגלות הספורטאים.
- עומס אימון מבוסס על סמנים סובייקטיביים ואובייקטיביים - כולם מדדים אמניים למדידת עומס האימון במהלך אימון או תחרויות. מדדים הנמדדים באופן עקבי יהיו יעילים ושימושיים. זאת ועוד טכנולוגיה יכולה לעזור כאשר אומתה באמצעות הסמנים האובייקטיביים והסובייקטיביים.

לחשוב מחוץ לקופסה – תקופתיות (נקודת מבט קצת שונה)



(M.Sc.) רותם כסלו-כהן, פיזיולוגית מאמץ
המרכז לרפואת ספורט ומחקר, מכון וינגייט

הקדמה:

מה הן מטרות תהליך האימון?

- להיות טובים יותר (חזקים, מהירים, בעלי יכולת אירובית טובה יותר, יכולות טכניות גבוהות ועוד...) וגם ליהנות מיכולת ביצוע גבוהה יותר.
- כיצד אנחנו יכולים להשיג מטרות אלו? מה אנחנו עושים לשם כך?
- תקופתיות (פריודיזציה) כעיקרון מרכזי בתיאוריות ומתודולוגיות אימון.
- תקופתיות כעיקרון מהותי בעת תכנון האימונים למטרת שיפור הביצועים.
- תקופתיות כעיקרון המבוסס רבות על מודל הלחץ (General Adaptation Syndrome)
- קיימות שיטות שונות ומגוונות של תקופתיות (פריודיזציה בספורט) בעולם האימון:
Block, linear, classical (traditional), undulating, fractal, reverse, conjugate
המשותף לכל שיטות אלו הוא הצורך בגיוון.
- מחקרים בתחום ניסו לבחון האם קיימת שיטת תכנון העדיפה על פני השנייה?
מסתבר, שאין בחירה חד משמעית בשיטה מובילה אחת.

סט ההנחות המשותף לכלל שיטות הפריודיזציה בספורט:

- תכנון: תכנון האימונים.
- תקופות אימונים מובנות (תקופות, בלוקים): - בהתאם להנחה לפיה קיים פרק זמן מסוים לפיתוחם ולשיפורם של רכיבי כושר שונים, לרבות שימורם ותקופת ההסתגלות הנדרשת.
- הסתגלות ליכולות גופניות מתרחשת בסדר מסוים ו"דומה" בכל ענפי הספורט. לדוגמה, פיתוח כוח מרבי לפני כוח מתפרץ, פיתוח סיבולת לפני פיתוח מהירות וכו'.
- המסלול להסתגלות ביולוגית כתוצאה מתוכנית אימונים, ידוע מראש: הכוונה להערכה המקדימה באשר לתוצאותיה של תוכנית האימונים.
- יכולת חיזוי טובה ומדויקת של ההתנהלות תוכנית האימונים העתידית, לרבות חיזוי צרכי הספורטאי העתידיים.

בהקשר זה, לעיתים, העדויות בספרות אינן נחרצות דיין והתימוכין המדעיים לוקים בחסר.

על אף כל הנאמר לעיל, מה קורה כאשר "המפה" לא מובילה ליעד אליו רצינו להגיע?

סט ההנחות עליו מבוססות שיטות התקופתיות בספורט (הפריודיזציה) השונות יוצר, לא פעם, מציאות לא פשוטה מבחינת המאמנים. שכן, מודל הסטרס והאופן בו הספורטאי יגיב אליו לא ניתנים לחיזוי מיידי.

1. גנטיקה

- **Heritage Family Study** המחקר בחן את תפקיד הגנוטיפ כגורם מתווך בתגובה לאימון.
- פורסמו למעלה מ-120 מאמרים המבוססים על הנתונים שנמצאו במחקר זה. המחקר כלל כ-481 נבדקים שאינם פעילים בגילאי 17 – 65 שנים.
- הנבדקים ביצעו תוכנית אימונים זהה – שכללה שלושה אימונים אירוביים במשך 20 שבועות (עומס עולה החל מ-50% מצח"מ עד ל-75% מצח"מ. משך האימון עלה באופן הדרגתי מ-30 דקות עד ל-50 דקות).
- **הממצאים: ממוצע השיפור של הצח"מ היה כ-19%, אך נצפתה שונות גדולה בתגובה האישית של כל נבדק.**
- בקרב 5% מהמשתתפים לא חל שינוי או שחל שינוי מזערי בצח"מ (פחות מ-5%)
- בקרב 5% מהנבדקים חל שיפור של כ-40% או יותר.
- שונות דומה נמצאה גם בעת ביצוע אימוני כוח. לדוגמה, במדגם של כ-585 צעירים, גברים ונשים, שביצעו אימוני כוח במשך 12 שבועות, ממוצע השיפור במרכיב הכוח היה כ-54%, אך גם בקבוצה זו אותר טווח גדול של הבדלים בין-אישיים: החל בשיפור של 0% וכלה בשיפור של 250%. שונות כזו נצפתה גם בתגובה ההיפרטרופית של הנבדקים.

2. לא בטוח שתמיד יש הבדלים בין שיטות הפריודיזציה

63 רוכבי אופנים מאומנים – 61 מ"ל/ק"ג/דקה צח"מ ממוצע

12 שבועות אימון – 24 אימוני אינטרוולים – ההבדל היה בסידור האינטרוולים בתוך התוכנית ובהתפתחות של האינטרוולים. ההנחיה הייתה לבצע מאמץ מקסימלי.

הנבדקים נבדקו לפני התוכנית ולאחריה: 40 דק' נג"ש, הספק מרבי במאמץ מדורג (מבדק צח"מ), צח"מ, הספק ב-4 מילימול.

השיפור שנצפה: 5%-10% במדדים השונים, אומנם נצפו הבדלים אישיים בתגובה לאימון – אך ההתפלגות הייתה די דומה.

תוצאות המחקר הראו כי סידור אימוני האינטרוולים בתוך מזוסקייל (בלוק)

במהלך תקופת האימונים בת 12 השבועות, לא השפיע בצורה משמעותית על תוצאות האימון כל עוד עומס האימון הכולל ונפחו היו דומים.

3. כל ספורטאי שונה מחבריו

לאור תפיסת מאמץ שונה, הוותק באימון, הדרישות הענפיות השונות, תגובה הורמונלית שונה, שונות גנטית בתגובה לאימון, **מצב מנטלי שונה.**

איך המצב מנטלי יכול להשפיע על התגובה לאימון?

- קיימת חשיבות גדולה כמובן לעומסים, המכניים והמטבוליים, המופעלים על הספורטאי וכן לאופן בו אנחנו מתכננים אותם במהלך העונה.
 - נראה כי תוצאות תהליך האימון תלויות רבות בגורמים מנטליים ורגשיים – כלומר גופנו מתפקד כיחידה פסיכו-ביולוגית אחת שתשפיע על תוצאות האימון.
 - **לחץ וסטרט** – משפיעים על תוצאות אימון ויכולות הביצוע ועלולים לגרום להגדלת הסיכון לפציעה. (Mann et al. 2016, Smith et al. 2015, Stults-Kolehmainen et al. 2016)
- המצב המנטלי ישפיע על התגובות לאימון, על תפיסת המאמץ שלו וכן על העלאת הסיכון לפציעה. ספורטאי שנמצא בלחץ וסטרט כל שהם – נמצא בסיכון גבוה יותר לפציעה ו/או לחולי.

גורמי ההשפעה על תוצאת האימון

עומס האימון המכני שבוצע



- גנטיקה, תכונות אישיות, ותק באימון ועמידות לעומס האימונים, היסטוריית הפציעות.
- מצב לחץ מנטלי:

- מצב פסיכולוגי-רגשי
- מצב קוגניטיבי
- עומס ולחץ סביבתי
- עייפות מצטברת
- גורמים תזונתיים



ההסתגלות האישית לאימון (ההסתגלות תושפע מכל הגורמים המתווכים בין עומס האימון שבוצע לבין תוצאותיו בפועל. כלומר, התוצאה הסופית של האימון תושפע מקשת רחבה של גורמים ולא רק מעומס האימון שבוצע בפועל. חשוב להבין שכלל שהאימון חשוב – אינו הגורם הבלעדי שמשפיע.

מה עושים בפועל?

- בעת תכנון תוכנית האימונים קיימות מגבלות הקובעות את גבולותיה:
 - לוח התחרויות והמשחקים
 - ניתוח הצרכים לשיפור ולשימור
 - המטרות קצרות הטווח וארוכות טווח (השגת קריטריון וכדומה)
 - ענפים קבוצתיים מול אישיים
 - הניסיון ופילוסופיית האימון

כיצד מווסתים את תוכנית האימונים בפועל?

- מעקב שינה ומוכנות לאימון
- שאלוני RPE
- תגובת דופק
- שאלוני כאבי שרירים
- שאלוני Wellness
- Heart rate variability
- עומס מצטבר – Acute Chronic workload
- **ועוד...**

בפועל – דוגמה:

שני גולשים מגיעים לאימון. נרצה לדעת מה קורה לכל אחד מן הגולשים במהלך האימון ביום נתון, לרבות התגובות הפיזיולוגיות והרגשיות המשפיעות על התוצאה.

לסיכום:

אינשטיין ציין כי: **"Everything should be made as simple as possible, but not simpler"**

• שיטות הפריודיזציה השונות הפחיתו את מורכבות תכנון תוכניות האימונים

- סט ההנחות, החוקים וההנחיות שעזרו בתכנון
- ככלות הכול - מדובר בכלי יעיל מאוד.
- אבל... לאור הידע הקיים כיום, הכרה בכך שכל ספורטאי הוא מערכת אורגנית שונה.

תפקיד המאמן הוא:

- להכיר את הספורטאי
- להכיר את מגוון הגישות לתכנון התקופתיות (הפריודיזציה בספורט), לרבות היתרונות והחסרונות של כל אחת מהן.
- להבין את השפעותיהם של הגורמים הפסיכולוגיים והמנטליים על הספורטאי, ולדעת לנתב אותם למטרותינו. כלומר, חשוב לאמן את יכולותיו המנטליות של הספורטאי.
- לבחור כיוון, גישה ומסלול לצורך שרטוט ה"מפה" על פיה יצעד הספורטאי ויחד עם זאת, להיות מוכנים לביצוע שינויים במסלול.

לסיכום, שינויים במסלול המתוכנן הם מתבקשים וחיוניים, ועל כן, תפקידנו לאתר אותם באופן אקטיבי.

תקופתיות מחוץ לקופסה: האספקט המנטלי



ד"ר איריס אורבך - פסיכולוגיה של הספורט
מכון וינגייט

נפש חזקה לא בהכרח תנצח ותשיג מדליה אולימפית, אבל... נפש חלשה בוודאות תפסיד...

האספקט המנטלי לא יוכל לקבוע ניצחון אך יוכל לנבא רמת ביצוע.

הפער בין הפסיכולוגיה למאמנים בספורט

פער בין הבנת הפסיכולוגים לבין זו של המאמנים: העוסקים בפסיכולוגיה לא תמיד מבינים את הדרישות הגופניות מהספורטאי ואילו המאמנים לא תמיד מודעים למה שהם והספורטאים יכולים לקבל מהכנה מנטלית.

הכנה של הספורטאי דורשת:

הכנה גופנית, הכנה טכנית, הכנה טקטית והכנה פסיכולוגית.

מקובל להכין ספורטאים באופן מנטלי ללא הבנת הדרישות הספורטיביות, אך הרצוי הוא שתהיה הבנה של הפסיכולוגים את ההיבט הספורטיבי ושיהיה שיתוף פעולה ביניהם.

מדוע זה קורה?

- חוסר מודעות של מאמנים לכך שמדובר בתהליך המלווה את הספורטאי לאורך העונה כולה.
- הנחה שההכנה המנטלית אינה ניתנת למדידה ושימוש במיומנויות מנטליות בעיקר בתחרויות ופחות באימונים.
- חוסר הבנה של פסיכולוג הספורט את עקרונות תורת האימון ויישומן בהכנה המנטלית.

עקרונות חשובים בהכנה המנטלית

- מיומנויות מנטליות נלמדות ומתורגלות באופן עקבי לאורך זמן, בדומה לרכישת מיומנויות גופניות.
- יש לתכנן את הקניית המיומנויות המנטליות על פי עיקרון התקופתיות, ענף הספורט ואישיות הספורטאי.
- יש לשלב בין המיומנויות המנטליות לבין כל ההכנות של הספורטאי: הגופניות, הטכניות והטקטיות.
- שיתוף פעולה בין פסיכולוג הספורט לבין המאמן והצוות, הכרחי לשם הצלחת התהליך.
- חשוב שהמיומנויות המנטליות תהיינה מבוססות על נורמות ונתונים ממחקרים מדעיים.
- לשים דגש על שמירת הקוד האתי והמקצועי.

LMA: Learning-Modification-Application

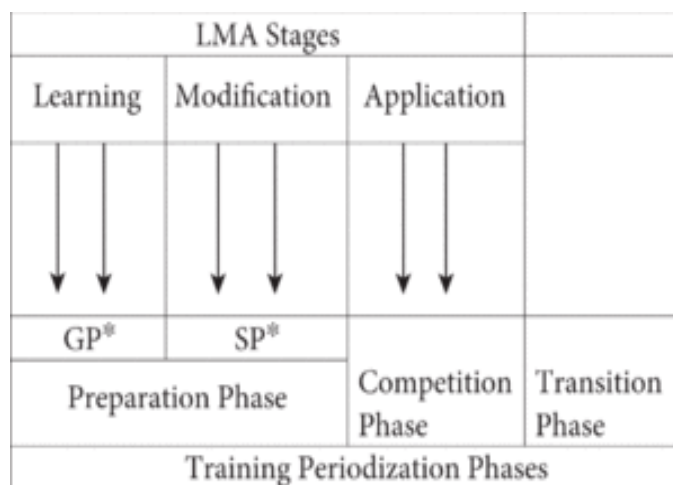
למידה – התאמה – יישום

- הכנה מנטלית בהתאם למדדים ולסולם לחצים.
 - מטרת העל: לפתח מיומנויות מנטליות ולהעבירן מהמעבדה אל "שטח".
- רוכשים מיומנות ולומדים להתאימה הן לענף הספציפי והן לתקופה בה נמצא הספורטאי.

Stage	Length	Place	Stress Distraction Level	Description
Learning	~2 months	Laboratory	1	Ordinary laboratory settings
			2	Positive/negative comments
Modification	~2 months	Laboratory and training setting	3	Performance under precise demands (e.g., time, quality, speed)
			4	Reward / punishment for performance
Application	~2 months	Laboratory and class room settings	5	Performance under 'true' class room noise (class room audio clips)
			6	Performance under 'true' class room sights (class room video clips)
			7	Various combinations of levels 1-6

סולם הלחצים:

למשל "ריכוז" – בתקופות ההכנה נדרש ריכוז באופן מסוים. צריך ללמוד איך מתרגלים ריכוז ובתקופה זו נעשה זאת בתנאים נוחים וללא לחץ כשהספורטאי רגוע. לאחר למידת מיומנות הריכוז נצטרך להתאימה ספציפית לענף של הספורטאי וכאן נאמן את הספורטאי במיקוד לרמת הלחץ הנדרשת.



*GP: General Preparation; SP: Specific Preparation

דוגמה ללימוד מיומנות ההרפיה על פי התקופה בה נמצא הספורטאי:
בתקופת ההכנה הכללית

מיומנות הרפיה – נלמד את הספורטאי הרפיה כללית באמצעותה יגיע להתאוששות שרירית ומנטלית.

בתקופת ההכנה הספציפית בה יש עלייה בעומס ולחץ מוגבר:

נוסות את יכולת כיווץ השריר והרפייתו תוך זמן קצר, בהתאם לדרישות ענף הספורט.

בתקופת התחרות:

בשלב זה על הספורטאי לדעת ליישם את המיומנות שרכש "בשטח". למשל: יכולת לכווץ את השרירים הפעילים בענף הספורט הרלוונטי ובה בעת להרפות את השרירים הנחוצים פחות לפעילות הספציפית, בתנאי לחץ מירביים.

דוגמה למיומנויות מנטליות בהכנה הכללית:

שלב	שלב ה-LMA וסולם הלחץ	טכניקה פסיכולוגית	יעד	יישום
הכנה כללית	למידה דרגת לחץ קלה	הרפיה	התאוששות מנטלית	20-25 דקות - סוף שבוע 10-15 דקות, פעם או פעמיים בשבוע 5-10 דקות, 3-4 פעמים בשבוע
		הדמיה	התאוששות מנטלית	10-15 דקות, פעם או פעמיים בשבוע
		מוזיקה	התאוששות מנטלית	15-20 ו-10-5 דקות, פעם או פעמיים בשבוע
		משוב ביולוגי	התאוששות מנטלית	10-15 דקות, פעם או פעמיים בשבוע
		הצבת מטרות	ביטחון עצמי ומוטיבציה	10-15 דקות, פעם בשבוע 5 ד', פעם או פעמיים בשבוע
		שילוב של הכול	התאוששות מנטלית	20-25 דקות במעבדה, פעם או פעמיים בשבוע

לסיכום:

שיתוף הפעולה של פסיכולוג הספורט, המאמן והספורטאי עצמו - קריטי לשם מיצוי יכולותיו של הספורטאי.



ד"ר ישראל הלפרין

בבואנו לשפר את הכוח המתפרץ של ספורטאי, כיצד יוכל לבצע אימון מיטבי לשם השגת מטרה זו? למשל, לאחר כמה חזרות יהיה עליו לעצור? מהו רף ההאטה (איבוד המהירות) באימון, המחייב עצירת סט? בעזרת שיפור יכולת הספורטאי "להרגיש" או לאבחן מתי במהלך האימון, חלה ירידה במהירות הכוח המתפרץ ובכמה אחוזים, יוכל לבצע אימון מיטבי בדרך להשגת מטרתו לשפר את כוחו המתפרץ.

תמצית ההרצאה:

- נהוג לעבוד על כוח מתפרץ בעזרת מערכי אימון "סגורים".
- מעקב אחר תפיסת מהירות המוט עשויה לייעל את התהליך.
- כאשר בדקנו את תפיסת מהירות המוט על-ידי מתאמנים, התגלתה שונות גדולה בהערכת מהירות המוט בין הנבדקים השונים.
- ההשלכות המעשיות של ממצא זה אינן ברורות עדיין שכן מדובר במחקר ראשוני.

על מה נדבר?

- כוח מתפרץ
- מדדים סובייקטיביים
- המחקר
- תוצאות המחקר
- דיון

כוח מתפרץ – חשיבות

- היכולת לבטא כוח במהירות משמעותית לכלל האוכלוסייה.
- כוח מתפרץ חשוב לביצועים יום-יומיים (שינוי כיוון, קפיצה, מכה) ולאיכות חייה של "האוכלוסייה הרגילה" - ומשמעותי בעיקר עבור קשישים לשם מניעת נפילות. כוח מתפרץ דל מנבא נפילות בקרב אוכלוסייה זו, שכן לאורך השנים, חלה ירידה במרכיב הכוח המתפרץ לעומת הכוח המרבי. (Skelton et al, 1997,2002; Tillin et al., 2010)
- מרכיב הכוח המתפרץ מבדל בין ספורטאים.

כוח מתפרץ – מערכי אימון

- מקובל לפתח כוח מתפרץ בעזרת אימוני התנגדות שלרוב מורכבים מ:
 - תרגילים מורכבים (סקווט ניתור).
 - משקלים תת-מרביים (1RM 70%-30%).
 - מספר חזרות נמוך (4-8).
 - מספר נמוך-בינוני של סטים (3-6).
 - מנוחות ארוכות (3-6 דקות).

מטרת התמהיל:

- מקסימום הספק: תרגיל מורכב, משקל תת מרבי.
- מינימום עייפות: מספר נמוך של חזרות וסטים.

כוח מתפרץ – חסרונות

- חוסר התייחסות לשונות הבין אישית הוא חיסרון משמעותי של מערכי אימון "סגורים", שכן באופן זה, אין שקלול של העדפה או שונות אחרת בין המתאמנים השונים.
- משקל כבד מדי או קל מדי, מספר חזרות נמוך מדי או גבוה מדי.
- עלול לשנות את הדגש לסיבולת שריר וכוח מרבי.
- **כיצד ניתן להכניס למשוואה את השונות הבין אישית?**

מדדים סובייקטיביים

- מדדים סובייקטיביים דוגמת תפיסת מאמץ (0-10) יעילים לניהול אימון ולבקרתו (Halperin et al., 2019).
 - דירוג תפיסות המהירות, המתואם עם משתנים פיזיולוגיים (דופק, לקטט, צח"מ וכו') כמו גם עם ביצועים גופניים (למשל הגעה לכישלון במשקולות) (Faulkner & Eston, 2008).
 - האם יכולים לעזור גם באימוני כוח מתפרץ? **למשל, "תעצור את הסט אחרי שמהירות המוט יורדת ב-X%".**
- האם אפשר להנחות את הספורטאי המתרגל כוח מתפרץ, לעצור סט לאחר ירידה של 5% בכוח המתפרץ? האם אפשר לזהות את חמשת האחוזים הללו? בכך עסק מחקרנו הבא.

המחקר –

- מה בדקנו? הערכת מהירות מוט במהלך אימון כוח מתפרץ.
- נערכה השוואה בין **הערכת** מהירות המוט לאחר כל חזרה, לבין מהירות המוט **בפועל**.
- **יום 1:** 20 גברים מאומנים ביצעו מבדק 1RM בסקווט ולחיצת חזה (סמית).

מערך המחקר

- **יום 3-2:** 4 סטים של 8 חזרות של סקווט ולחיצת חזה כנגד 60% מ-1RM. **כל חזרה בוצעה במהירות מרבית!**
- בוצעו 8 חזרות לשם הכנסה של אלמנט העייפות, כדי לבדוק את השפעתה.
- חזרה **ראשונה** בכל סט = 100%. כל חזרה בין 2-8 מחושבת כאחוז מהמהירות של החזרה הראשונה.
- לאחר כל חזרה, הנבדקים אמרו בקול את המהירות באחוזים (כפי שהעריכו אותה).
- זאת ועוד, לאחר כל חזרה נתבקשו הנבדקים לומר בקול מה הם "מרגישים" לגבי המהירות ביחס לחזרה הראשונה.

המהירות כפי שהורגשה	המהירות האמיתית בפועל	ההפרש בין המהירות הנתפסת לבין המהירות בפועל
המהירות על-פי דיווח הנבדק בזמן אמת	המהירות האמיתית כפי שנמדדה באמצעות טכנולוגיה המתאימה למדידת מהירות.	ההפרש בין הנתפס לבין המהירות האמיתית. השאיפה היא ל-0% (ההפרש בין המהירות בפועל לבין זו כפי שנתפסה ע"י המתאמנים)
2= 97% 3= 95% 4= 92% 5= 87% 6= 82% 7= 80% 8= 80%	2= 97% 3= 90% 4= 88% 5= 80% 6= 85% 7= 72% 8= 70%	2= 0% 3= 5% 4= -4% 5= 7% 6= -3% 7= 8% 8= 10%

תוצאות המחקר: ההערכה נפגעת ככל שעולה מספר החזרות
נמצא כי ככל שמבצעים יותר חזרות, כך נפגעת יכולת ההערכה האובייקטיבית של המתאמן.

סיבות אפשריות

- עייפות שרירית? (רקע עצבי או היקפי, הצטברות של מטבולים שונים תשפיע על הערכת מהירות התנועה).
- האם שכחו מה הייתה המהירות הראשונית בתחילת האימון? (יש קושי לזכור מה הייתה המהירות בחזרה הראשונה).

התוצאות – שונות בין אישית גדולה

סיבות אפשריות

- ההיכרות המוקדמת עם תרגול כוח מתפרץ? (הניסיון משפיע על יכולת הדיוק)
- השפעת נתוני הגובה ו/או המשקל של המתאמנים?
- אינטגרציה טובה יותר של מידע?

התוצאות – הערכה שיטתית נמוכה בסקווט

סיבות אפשריות

- טווח התנועה?
- מסת השריר?
- ראייה?
- מיקום הגוף?
- מידת העייפות השרירית?

נקודות נוספות

- מאומני חדר כושר מן השורה ולא מאומני כוח מתפרץ. **השפיע?**
- תרגול בסמית ללא ניתור או זריקה. **השפיע?**
- האם אפשר לשפר את הערכת מהירות המוט?
- האם מידע על מהירות המוט עשוי לשפר את הערכת מהירותו?

לסיכום

- **שאלה חשובה:** לאיזו רמת דיוק של הערכת מהירות המוט יש לשאוף? מה ייחשב כטוב? 3%, 6%, 12%? מהי אמת המידה על פיה יש להחליט?
- האם נכון להשתמש בהערכת המהירות כתנאי לסימום של סט?
- האם נכון להנחות את המתאמן: "**תעצור את הסט כשהמהירות יורדת ב-5%**"?
- עדיין מקודם לענות על שאלה זו, אך אני מהמר שכן.
- **בתקווה שבקרום נדע את התשובות.**

"בלי לערב רגשות" מדידת רגש במהלך ביצוע סט אימון עד לכשל



הרצאתם של אביב עמנואל, יצחק רוזן, ישראל הלפרין

רגשות באימון? למה רגש חשוב?

- רגש חיובי = משפר הליכי קבלת החלטות, מעודד יצירתיות ופתרון בעיות (Isen, 2001)
 - רגש חיובי באימון (אצל לא מאומנים) = סבירות גבוהה להתמדה (Williams et al., 2008)
 - רגש שלילי אצל ספורטאים מאומנים = סבירות גבוהה לשחיקה (Lemyre, Treasure & Roberts, 2006)
 - רגש חיובי עשוי להעיד על העדפה של אימון או תרגיל מסוים (אפשר לבנות תוכנית אימונים על-פי רגש חיובי זה).
 - תחום מדעי האימון נסמך באופן כמעט מוחלט על מדד אחד של דיווח עצמי – RPE (Halperin & Emanuel, 2019)
- RPE* – מדד סובייקטיבי להערכת המאמץ במהלך אימון

רגשות?

הגדרת רגש על-פי Merriam Webster

- תגובה נפשית מודעת (כגון כעס או פחד) שנחווית באופן סובייקטיבי כתחושה חזקה המופנית בדרך-כלל אל אובייקט מסוים ומלווה בדרך כלל בשינויים פיזיולוגיים והתנהגותיים.
- מצב של הרגשה

למדוד רגשות?

איך נמדוד רגשות? ע"י דירוג החוויה

איך את/ה מרגיש/ה?

סולם הרגשות Feeling scale

איך את/ה מרגיש/ה?

+5	ממש טוב
+4	
+3	טוב
+2	
+1	די טוב
0	ניטרלי
-1	די רע
-2	
-3	רע
-4	
-5	ממש רע

לרוב הנבדקים דיווחו על דירוג +3 / +4 בתחילת הסט.

המחקר הנוכחי

- נכון לעכשיו, לא ידועה ההשפעה של אימון כוח על הרגש במהלך הסט.
- האם הרגש משתנה במהלך הסט?
- אם כן, באיזו מידה?
- האם תרגילים שונים (פלג גוף עליון מול תחתון) משפיעים בצורה שונה על רגש?
- האם למשקלים השונים (קל מול כבד) השפעה שונה על הרגש?
- מתי נכון או מומלץ למדוד רגש? (לפני אימון? במהלכו? או שמא לאחריו?)

מערך

- מפגש 1: RM1 בנץ' וסקוואט
- מפגשים 2-4: ביצוע שלושה סטים לכשל
- כל חזרה – דיווח רגש ב-Feeling Scale (5 - טוב מאוד ועד ל-5 - רע מאוד)

שלושה תנאים:

- בנץ' 70% RM1
- סקוואט 70% RM1
- סקוואט 80% RM1

תוצאות

- בחישוב ממוצע של הדירוגים והשוואת הרגש בעבודה על Bench ו-Squat נמצא כי:
- באופן כללי, ב-Bench מרגישים טוב יותר.
- רגש נהיה שלילי יותר ויותר, עם ההתקרבות לכשל.
- ב-Squat נצפתה ירידה תלולה יותר של הרגש, ללא אבחנה בין המשקלים.
- עם סיום הסט, הרגש חיובי יותר מאשר במהלכו.

מסקנות

- רגש מושפע מאינטנסיביות התרגיל:
- יותר בסקוואט (פלג גוף תחתון) מאשר בבנץ' (פלג גוף עליון).
- ניתן לשער את המרחק מהכשל באמצעות סולם רגשות (צריך נתונים נוספים).
- ניתן לקבוע את סיום הסט לפי דירוג בסולם רגשות – וזאת במקום או בנוסף, למספר החזרות (לדוגמה, ירידה של שתי יחידות ב-FS).
- דיווח רגש לאחר סיום הסט לא ישקף במדויק את עצימות התרגיל.
- בביצוע סט עד לכשל, לא אובחנה השפעה של המשקל על רמת הרגש.

אימון מבוסס מהירות Velocity Based Training (VBT)



עידן חרט – M.Sc.

המרכז לרפואת ספורט ומחקר ע"ש ריבשטיין, מכון וינגייט

מהו אימון מבוסס מהירות?

"אימון שבו משתמשים באמצעים טכנולוגיים על מנת לכמת את עצימות הביצוע ואיכותו על ידי מדידת מהירות תנועת המוט". כלומר, ביסוס החלטות המתקבלות בבניית תוכנית האימון ובמהלכו על מדד המהירות. לשם מדידת המהירות (נמדדת במטר לשנייה) משתמשים ב-**Linear position transducer/encode** - מכשיר בו חוט המחובר בין המוט הפעיל (המשקולת) לבין בסיס המונח על הארץ. בזמן הנעת המוט ע"י המתאמן מתקבל משוב (פידבק) על מהירות המוט והספקו.

המטרה: שימוש בכלים מדידים ומדויקים לצורך קבלת "החלטות טובות" בבניית תוכנית האימונים ובמהלך אימונים. ישנם כלים נוספים המסייעים במדידת מהירות כמו:

Accelerometers – מודדי תאוצה בעזרת חיישנים. מכשירים אלו זולים וזמינים אך נחשבים כפחות אמינים.

עצימות

קיים קשר חזק בין מהירות התנועה לבין עצימותה, כך שמדד זה יכול להחליף שיטות קלאסיות לכימות עצימות כגון האחוז מהיכולת המרבית (RM1) או שיטות סובייקטיביות כגון RPE או RIR. מדד ה-VBT העריך מרחק מכשל באופן עקבי RIR מהירות התנועה נמצאת במתאם גבוה לאחוז ה-1RM. ניתן להעריך מהו אחוז זה כבר בחזרה הראשונה אם היא מבוצעת במהירות רצונית מקסימלית.

עקומת כוח-מהירות

הקשר בין מהירות החזרה למאמץ. קיים קשר הפוך למשקל המורם - כלומר, ככל שהמשקל עולה, כך תרד המהירות. בחזרה האחרונה (RM1) המהירות תהיה תמיד זהה ללא קשר למשקל איתו התחלנו את האימון.

המאמן מתחשב במשתנים שונים בבניית תוכנית האימונים:

נפח – קל יותר למדוד

עצימות – קשה יותר למדידה

RM – עצימות האימון. בשיטה הקלאסית, ה-RM משתנה על בסיס יומימי כחלק משונות ביולוגית נורמלית וגם בהתאם למדדי העייפות וההתאוששות של המתאמן. כלומר, לא נוכל לדעת בוודאות את אחוז ה-RM באותו זמן או יום נתון. זאת ועוד, נמצאו גם הבדלים של 36% ביכולת מרבית בין יום אחד למשנהו.

ההרגשה – RPE/RIR - מדד לא מדויק. רמת הדיוק יורדת ככל שמתרחקים מהמשקל מקסימלי עם העלייה במספר החזרות. מתאמנים פחות מנוסים, אף מתקשים להעריך כמה חזרות עוד יוכלו לבצע.

קיים יחס ישיר בין המשקל לבין המהירות ולכן גם בין המהירות לעצימות.

דוגמאות:

RM1 שפיפה (סקווט) – מקסימום משקל, מינימום מהירות.

מאוצים (ספרינטים) וניתורים עם עזרה – מהירות סופר מקסימלית.

ככל שהמהירות גבוהה יותר, כך נרים פחות משקל. ככל שהמשקל גדול יותר, כך תרד המהירות.

הקשר בין העצימות לבין המהירות: המהירות היא מדד טוב ל"כמה חזרות אנחנו לפני כשל"

לדוגמה: שני ספורטאים מבצעים סט של 5 חזרות עם 80% מה-RM שלהם. האחד יכול לבצע 7 חזרות ולכן הסט שלו

מסתיים עם 2 RIR, והשני מצליח רק 5 ולכן עם 0 RIR.

אפילו אם ה-1RM שלהם היה זהה, הרי שדרגת המאמץ תהיה שונה במהלך הסט החל מהחזרה הראשונה.

זה יבוא לידי ביטוי במהירות ההרמה שלהם שמשקפת בצורה טובה את העצימות.

כאשר מניעים את המשקל במהירות מרבית, מתרחש גיוסן של מספר מרבי של יחידות מוטוריות ובעיקר של סיבים מסוג

2.

על הספורטאי לנסות ולהניע את המשקל בצורה המהירה ביותר האפשרית, בכל חזרה, בכל סט, בכל משקל. רק כך ניתן

להשתמש ביתרונות ה-VBT, ולהעריך עצימות בצורה אמינה.

לאור האמור לעיל, מהי חזרה איכותית? חזרה בה הרמת המשקל מתבצעת במהירות הגבוהה האפשרית מבחינת

הספורטאי.

אם כך, מהן חזרות איכותיות?

- חזרות קונצנטריות מהירות.
- חזרות, תוך ניסיון לייצר מהירות מקסימלית.
- עבודה הקרובה יותר לפוטנציאל היכולת של הספורטאי.
- גיוס מספר מרבי של יחידות מוטוריות ובעיקר של סיבים מסוג 2.
- הפקת הספק מקסימלי למשקל נתון – Power.
- רלוונטיות לספורט: דגש על כוח מתפרץ, מהירות יציאה מהקרקע.

אז למה זה טוב?

לפיתוח הספק מרבי.

חשיבות ההספק – לכוח מתפרץ קשר ישיר לביצועים הספורטיביים.

$$\text{Power} = \text{Force} * \text{Velocity}$$

חשוב לזהות את ההספק המרבי של כל ספורטאי.

ההספק המרבי יתקבל באיזון בין המשקל והמהירות התת-מרביים. יש נקודה, ה-sweet sport, בה ההספק יהיה

מקסימלי.

בניית פרופיל כוח - מהירות אישי

- מציאת העומס האופטימלי להפקת הספק מרבי ואזורי אימון אחרים. מציאת ה-sweet spot
 - ספציפי לתרגיל או לתנועה ולאופן הביצוע.
 - מגבלות – טכניקה, SSC, אחידות בביצוע.
- בניית פרופיל כוח-מהירות אישי וקבלת טבלה המקשרת בין אחוז ה-RM לבין המהירות, ללא קשר למשקל. פרופיל זה מאפשר חיזוי עתידי של מצב גופני ביום נתון ללא צורך בניסוי וטעייה או במדידת RM תכופה. לדוגמה, אם אני יודע שהספורטאי יכול להרים בסקוויט 60 ק"ג במהירות של 1 מטר לשנייה, ובאותו יום כחלק מהחימום הוא מרים 60 ק"ג רק ב-0.8 מ/שנ', הרי שנראה כי מדובר ביום בו הספורטאי חלש יותר, ועל כן יש להתאים את משקלי האימון.
- המהירות בה הספורטאי מרים אחוז RM מסוים נשארת זהה, פחות או יותר, גם אם הספורטאי מתחזק וכך מתאפשר לנו להשתמש במהירות ככלי די אמין להערכת מצבו של הספורטאי.

ניטור האימון בזמן אמת

- שמירה על חזרות איכותיות באימון (חזרות מהירות, בתחום רכיב האימון שביקשנו לשפר, לדוג' הכוח המתפרץ). תוך התייחסות לשונות וליכולת האישית של כל ספורטאי.
- הסט נפסק כאשר המהירות יורדת באחוז שנקבע מראש (10%-30%).
 - מניעת עייפות, עבודה איכותית בהתאם למטרה שהצבנו. אם המטרה היא לעבוד על כוח מתפרץ, על ידי ניטור מהירות הסט, לא נגלוש לעבודה על אזורים אחרים (כאשר המהירות יורדת, כגון כוח מרבי).
 - ויסות עצמי, מרחק מכשל (RIR).

השגת שיפור דומה אך עם פחות חזרות ופחות עייפות

- אובדן של 30%-40% מהמהירות:
 - חזרות איטיות יותר.
 - מעבר מסיבי שריר מהירים לאיטיים יותר.
 - יותר סטים עד לכשל.
 - התאוששות מעל ל-48 שעות.
- אובדן של 15%-20% מהירות:
 - הביא לשיפור דומה בכוח ולביצועים מהירים יותר.
 - חצי מכמות החזרות.
 - התאוששות תוך 6-24 שעות.
- בתרגילים בליסטיים – עד 10% אובדן מהירות (אחרת התרגיל לא יצליח). למנוע עייפות 5%.
Cluster sets: "Cluster set training is an effective means of attenuating velocity and power loss during a resistance training session". (Latella et. Al. 2019)

חיזוי יכולת מרבית – 1RM

- חיזוי 1RM ממשקלים תת-מרביים
- ככל שנשתמש במשקל גבוה יותר, כך החיזוי יהיה מדויק יותר.
- מציאת RM יומי – שימוש במשקלי החימום (כפי שהוזכר קודם)
- חיזוי שינויים בכוח – כאשר במשקל נתון המהירות גדלה.
- $+0.04 \text{ m/s} = \sim +2-3\% \text{RM}$ (with resistance $>70-80\% \text{RM}$)
- הנחיות:
 - יש להקפיד על ביצוע אחיד (טווח, מהירות, SSC וכו').
 - עצירה בין החלק האקסצנטרי לקונצנטרי.

נצטרך לדעת מה המהירות המינימלית ובעזרת רגרסיה לחזות RM. לאחר בניית הפרופיל לכל תרגיל, נמצא מהי המהירות בה בוצעה החזרה האחרונה בסט לפני הכשל, זוהי המהירות המינימלית. כלומר, המהירות האיטית ביותר שאפשר להרים את המשקל ועדיין להצליח את החזרה. ברגע שידועה לנו מהירות זו (שונה בכל תרגיל) אפשר למצוא RM1 על ידי ביצוע פרופיל בו מרימים משקלים הולכים וגדלים, בין 4-6 סטים, ומדידת המהירות. לאחר ביצוע רגרסיה לינארית ניתן לחזות את ה-RM1.

משוב Feedback

- משוב (ויזואלי, אודיטורי, עידוד) לבדו יכול לשפר ביצועים.
- ↑ מהירות מוט (הפחתה באיבוד מהירות).
- ↑ מוטיבציה.
- ↑ תחרותיות.
- יש לזכור כי שינויים קטנים מצטברים לשינויים משמעותיים לאורך זמן.
- משוב נותן תגמול מיידי.
- התמקדות בגורם חיצוני מסיטה את תשומת הלב מהעייפות והכאב.

סיכום והמלצות

- פרופיל כוח מהירות ואזורי מהירות הם ספציפיים לספורטאי/ת ולתרגיל או לתנועה.
- חזרות מהירות יותר הן איכותיות יותר. הכוונה של המתאמן להרים מהר ככל האפשר בכל חזרה – תוביל לשיפור תוצאות האימון.
- ה-1RM משתנה על בסיס יומי ובנוסף לא משקף את התמונה המלאה (אין מידע על מהירות והספק)
- ניטור מהירות החזרה נותן אינדיקציה טובה למרחק מהכשל. אין צורך בהערכה סובייקטיבית.
- אין צורך להשתמש ב-VBT בכל תרגיל באימון. רצוי להישאר עם תרגילי הבסיס המורכבים והעיקריים בתוכנית.
- בתוך הסט מומלץ לעבוד עד אובדן מהירות של 15%-20% ו-5%-10% בתרגילים מתפרצים ו/או בליסטיים.
- משוב מכל סוג, עשוי להגביר מוטיבציה ותחרותיות ולשפר ביצועים בטווח הקצר וגם בטווח הארוך (אם משתמשים בו בעקביות).

השפעת אימוני התנגדות על ביצועים אירוביים



שי גלזל
M.Sc Strength&conditioning

המושגים הרלוונטיים

- **RFD** – Rate of force development – קצב פיתוח הכוח. כלומר, באיזו מהירות נפתח X כוח.
- **GCT** – Ground contact time - זמן המגע עם הקרקע, כשהמטרה היא קיצור זמן המגע עם הקרקע (התנתקות מהקרקע מהר ככל שניתן).
- **STIFFNESS** – קשיחות הרקמה – עד כמה מתנגדת הרקמה להתארכות. ככל שגדלה ההתנגדות, כך נעבור מהר יותר מכיוון אקסצנטרי לכיוון קונצנטרי.
- **CR/RE** – Running economy – העלות האנרגטית של פעילות מסוימת, או במילים אחרות, כמה חמצן דרוש למאמץ נתון.
- **MAS** – Maximal aerobic speed – קצב הריצה כאשר הספורטאי נמצא בצח"מ.

מרכיבי ההישג האירובי

- **Vo2max** – צח"מ. היכולת המרבית להביא חמצן מהלב ולנצל אותו.
- **LT** – סף אנאירובי – מה קצב הריצה בו מתחילה להצטבר חומציות ולהוביל לכשל השריר ולהפסקת הפעילות.
- **RE** – היעילות המכנית.

RE – Running economy - יעילות מכאנית

גם ללא שיפור צח"מ והסף האנאירובי, יוכל הספורטאי לשפר יכולת אירובית בעזרת שיפור היעילות המכנית.

Maximal Strength Training Improves Running Economy in Distance Runners

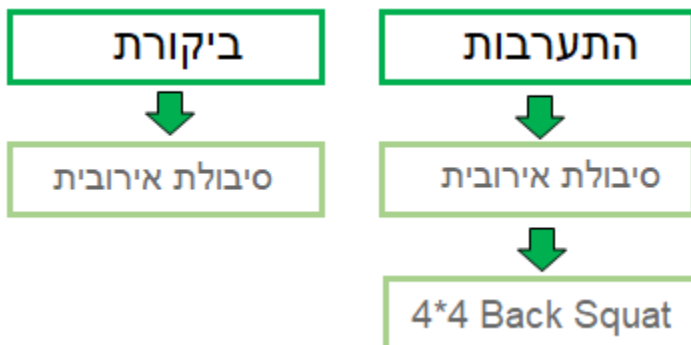
(KYVIND STOREN, JAN HELGERUD, EVA MARIA STKA, and JAN HOFF 2008)

אימון כוח מקסימלי משפר את החיסכון התנועתי בקרב הרצים למרחקים.

המדדים שנבדקו במחקר:

- צח"מ.
- יעילות מכנית.
- זמן התעייפות בקצב MAS.
- 1RM back squat
- RFD - קצב פיתוח הכוח

(כלומר כמה זמן לוקח להגיע לכוח נתון).



1RM שיפור של יותר מ-30%, קצב פיתוח הכוח השתפר בכמעט 30%, ביעילות במכנית שיפור של 5%, שיפור הסף האנאירובי.

Explosive strength training improve 5-km running time by improving running economy and muscle power

LEENA PAAVOLAINEN,1KEIJO HAˆKKINEN,2ISMO HAˆMAˆLAˆINEN,1ARI NUMMELA,1AND HEIKKI RUSKO11KIHU-Research Institute for Olympic Sports; and 2Neuromuscular Research Centerand Department of Biology of Physical Activity, University of Jyvaˆskylaˆ, SF-40700 Jyvaˆskylaˆ, Finland

אימוני כוח מתפרץ משפרים את זמן הריצה למרחק של 5 ק"מ ע"י שיפור החיסכון התנועתי והכוח השרירי.



המדידות שבוצעו:

- צח"מ
- יעילות מכנית.
- מהירות מרבית ל-20 שניות.
- מבדק 5 ק"מ ריצה.
- מבדק 20 מטר מאוץ (ספרינט).
- מבדק 5 קפיצות.

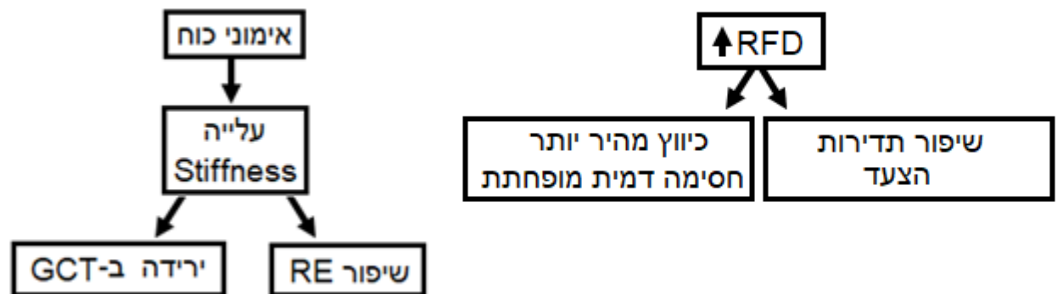
נמצא כי:

- מבדק 5 ק"מ ריצה – שיפור של 1/2 דקה.
- לאחר 9 שבועות של אימון, ללא שינוי בצח"מ, שיפור רק על בסיס שיפור היעילות המכנית.
- זמן המגע עם הקרקע בקצב נתון יורד בעקבות אימוני כוח.

תוצאות ומסקנות

- הבדלים מובהקים בכוח המרבי (ללא שינוי בחתך הרוחב השרירי).
- שיפור מובהק במבדק 5 ק"מ, במבדקי הכוח המתפרץ ו/או מהירות ובמבדק הסיבולת מהירות.
- קורלציה בין RE לביצוע בריצת 5 ק"מ.
- אימוני הכוח ו/או הכוח המתפרץ השפיעו לטובה על היעילות המכנית ולכן על כל הביצוע האירובי.

מנגנוני שיפור היעילות המכנית



עלייה בכוח המוחלט = ירידה בעומס היחסי.
 עלייה בכוח ← פחות סיבים נתונים למאמץ ← ירידה בדרישה לחמצן למאמץ נתון.
 עלייה בכוח ← פחות סיבים נתונים למאמץ ← ירידה בהתנגדות לזרימת הדם.



ד"ר דנה אדלר פורטל
פיזיולוגית של המאמץ

רקע כללי

כדור הארץ מוקף בשדות אלקטרומגנטיים של תדרים בעוצמות שונות. ידוע מעט על ההשפעה הפיזיולוגית של שדה אלקטרומגנטי בכלל ושל שריר שלד בפרט. מחקר זה, מתמקד בהשפעת שדה אלקטרומגנטי בתדרים נמוכים על סיבי שריר השלד. במחקר התמקדנו בוויסות רמת Ca^{2+} התוך תאי, החשוב לתהליך כיווץ של השריר ובהשפעת השדה (WEF) על התחלקות הסיבים והתלכדותם.

מטרות המחקר

מטרת המחקר הייתה להעריך את ההשפעות של השדה (WEF) על Ca^{2+} transient לרבות שינויים בשלמות הממברנה בתגובה להיפוקסיה (חוסר בחמצן) במיטויב בתרבית שריר שלד. 2. לבחון בתרבית תאים התפתחות והתלכדות של מיובלסטים ליצירת מיטויב.

שיטות המחקר

הניסויים בוצעו על מיטויב בתרביות תאים של חולדה, שלא טופלו או נחשפו לשדה (WEF) ($1.75\mu T$, 16 Hz). בשלב הראשון: שינויים בריכוזי ה- Ca^{2+} בציטוזול ($[Ca^{2+}]_i$) בוצעו על ידי גירוי חשמלי, בשיטות פרמקולוגיות (KCl או קפאין) או על ידי היפוקסיה (100% ארגון). שלמות הממברנה הוערכה באמצעות שחרור של קריאטין קינאז (CK) לתוך המדיום. Ca^{2+} נמדד בעזרת צבען indo-1, המודד בשיטת היחס, בין שני אורכי גל פלורסנטיים, ופעילות CK נמדדה על ידי ספקטרופוטומטר. בשלב השני, התלכדות המיובלסטים ופעילות ה-CK נמדדו במשך 1-6 ימים. ההתלכדות נקבעה על ידי ספירת מספר הגרעינים במיטויב ביחס למספרם הכולל של הגרעינים ואילו הסינתזה של הדנ"א או הפרוליפרציה (השגשוג) הוערכו על ידי הכללה של תימדין [3H] בתאים. לבסוף, השינויים בפוטנציאל ממברנת התא הוערכו בעזרת צבען DI-8-ANEPPS.

התוצאות

בשלב 1: בתגובה למתן גירוי חשמלי חיצוני ($25V$, 1 msec) שגרם להתכווצות הסיב, נראתה עלייה בתא של Ca^{2+} ואילו לאחר החשיפה לשדה אלקטרומגנטי (WEF) ב-16Hz, חלה ירידה בריכוז ה- Ca^{2+} הציטוזולי למרות מתן אותה עוצמת גירוי חשמלי. העיכוב ביציאת ה- Ca^{2+} היה מקסימלי לאחר 30 דקות, והוביל לערכים שהיו גדולים ב-30% מקבוצת הביקורת. השדה (WEF) ביטל את העלייה בחשיפה ל-KCl, אך לא הייתה השפעה לחשיפה לקפאין (הפועל ישירות על ה-S.R). שעתיים של היפוקסיה גרמו לעלייה מהירה ומתמשכת ב $[Ca^{2+}]_i$ וליציאה מוגברת של CK לתוך המדיום (400% מערכי הנורמה). עם זאת, השדה (WEF) מנע את עליית ה- Ca^{2+} במהלך השעה הראשונה של היפוקסיה וחסם ב-80% בקירוב את שחרור ה-CK שהשתחרר במהלך אותן שעתיים של היפוקסיה. בשלב 2, התלכדות התאים ופעילות ה-CK הוגברו בהשוואה לביקורת והגיעו לשיא לאחר 2-4 ימים של השדה, ללא עלייה משמעותית נוספת לאחר 6 ימים של השדה. החשיפה לשדה (WEF) הגדילה את שיעור ההתלכדויות, ובאופן דומה גם את פעילות ה-CK בסיבי השריר. תאים שנחשפו לשדה (WEF) הכלילו תימדין (3H) בכמות גדולה יותר במהלך 24 השעות הראשונות, ואילו פעילות ה-CK בתאים לא השתנתה. חשיפה של סיבי שריר הביקורת ל-KCl יצרה דפולריזציה (דחף עצבי) בממברנה, ואילו החשיפה של הסיבים לשדה (WEF) למשך 24 שעות ולאחר מכן מתן ה-KCl גרם להיפרפולריזציה. לעומת זאת, חשיפה קצרה (כמה דקות) של הסיבים לשדה (WEF) (שלא גדלו למשך 24 שעות תחת שדה) לא גרמה לשינוי במתח הממברנה בהשוואה לקבוצת הביקורת.

המסקנות

נתונים אלה מראים כי לשדה (WEF) השפעות ברורות על התפקוד, על המטבוליזם ועל החלוקה התאית בתרביות שריר שלד ראשוניות. באופן ספציפי, השדה (WEF) מנע את עליית ה- Ca^{2+} כתוצאה ממתן גירוי חשמלי חיצוני או KCl ובמצבי היפוקסיה, אף מנע נזק תאי (התבטא בהפחתת פעילות ה-CK שהשתחרר מהתאים). כמו כן, השדה (WEF) עוודד חלוקה תאית והתלכדות של מיובלסטים. תהליך זה מתרחש כתוצאה מהאצה של השלבים הראשונים בחלוקה, ומסתיים בתוצאה זהה ברמות ה-CK וההתלכדויות. זאת ועוד, נראה כי המנגנון המשותף להשפעת השדה (WEF) הוא מעורבות של היפרפולריזציה.



צאלי ריכרד

Dept. Physical Therapy, School for Health Professions, Sackler Faculty of Medicine, Tel Aviv University
Wingate Institute, School for Coaches

מעקב אחר העייפות

Thorpe, Atkinson et al (2017)

Russel, Jenkins et al (2018)

עייפות:

ירידה בכוח המקסימלי הרצוני של השרירים כתוצאה מפעילות גופנית (Gandevia 2001).

הערכת העייפות מתבססת על:

- דיווח הספורטאי.
- עייפות מנטלית.
- מערכת העצבים האוטונומית.
- קצב הלב – שינויים, התאוששות.
- היכולות במגרש.
- פונקציות נזיר-מוסקולריות.
- טווח התנועה וגמישות המפרקים.

האתלט ממלא שאלונים (מבחנים פסיכולוגיים) ומדווח על העייפות שלו (ASRM):

- POMS- Profile of Mood states פרופיל מצב הרוח.
- DALDA-Daily Analysis of of Life Demands for *Athletes* questionnaire ניתוח יומי של דרישות החיים עבור שאלון ספורטאים.
- TQR- Total Quality Recovery Scale , Osiecki, Rubio et al (2015)- CK ,RPE(Rating of Perceived Exertion) Correlation after a professional soccer match סרגל איכות כולל של ההתאוששות (דירוג המאמץ הנתפס - לאחר משחק כדורגל מקצועי).
- REST-Q- Recovery Stress Questionnaire שאלון התאוששות מלחצים

עייפות מנטלית

איך בודקים עייפות מנטלית?

- מכניסים את הספורטאי לעייפות מנטלית/
 - stroop color –word task למשל בעזרת מבדק ממוחשב שמראה לספורטאי צבע ומילה שאינה תואמת את הצבע (יראו לו ירוק ויכתבו אדום) הספורטאי צריך ללחוץ מהר על הצבע הנכון/
 - Repeated change of direction 6X20m,100 deg. change- for muscular fatigue חזרות על שינויי כיוון לבחינת עייפות שרירית.
- נמצא כי הספורטאים שסבלו מעייפות מנטלית רצו פחות על המגרש וסד הקבוצה התפזרה פחות על המגרש.

מערכת העצבים האוטונומית

- דופק תת-מקסימלי וההקשר לספורט?
- שינויים בקצב הלב.

פעם חשבו שקצב הלב הוא הסבר טוב לעייפות בכל הפרמטרים והמערכות. נבדק קצב לב מקסימלי ונמצאו הבדלים עצומים בין ענפי הספורט השונים - אישי מול קבוצתי:

יש אי בהירות לגבי ההשפעה של מדד זה על ספורט קבוצתי לעומת ספורט אישי, ועל כן, יש להתייחס למדדי הדופק בזהירות. בענפי ספורט אישיים ההתאוששות בקצב הלב נמצאה כמדד טוב. לעומת זאת, בענפי הספורט הקבוצתי הסתבר שמדד קצב הלב אינו מספק.

ביצועים בזמן הפעילות הגופנית

- ביצוע מאוצים (ספרינטים), וחזרות על ספרינטים – הביאו לעייפות גופנית.
- קפיצות – נמדדו גובה הקפיצה והיכולת להגיע למקסימום כיווץ רצוני.

תפקוד עצב-שריר

לעייפות עצבית-שרירית יש מקורות מרכזיים והיקפיים. לעייפות מרכזית משקל מכריע, לאורך זמן, בתרגילים בעלי עצימות נמוכה העלולים לערב ירידה בתפקוד המערכת המרכזית (מוטוריקה, קליפת המוח, motoneurons) שמקורה בנוירורנסמיטרים מוחיים ובסיבי שריר.

עייפות היקפית, הקשורה בפגיעה במנגנון המכני מעירור להתכווצות שריר, עלולה להיגרם ע"י הפרעות תנועה בתעלות הסיידן, מהצטברות זרחן ו/או מירידה במאגרי ה-ATP - מה שיכול לגרום לחוסר יכולת לכוּץ שריר. כדי לפצות על הירידה בייצור הכוח, האורגניזם מפתח מספר מנגנוני הסתגלות המשפיעים במיוחד על יחידות מוטוריות.

כל אלו מגבירים את העייפות, אך בפועל גורמים אלו נבדקים פחות ברמה התאית.

עייפות נגרמת כתוצאה משינוי במנגנונים הקשורים בייצור כוח. לאחר מכן, האינטרקציה בין מנגנוני המערכת המרכזית לבין ההיקפית מובילה לרצף אירועים התורמים, בסופו של דבר, לירידה בייצור הכוח.

עייפות מרכזית

1. גידול בפוטנציאל הפעולה של סיבי עצב עלול לחסום אתרי הסתעפות עצביים ובכך לגרום לאובדן פעולת סיבי השריר. משמעות פקטור זה קבועה.
2. פקודות ה-motoneurons עשויות להיות מושפעות מפעילויות רפלקס של השרירים המגיבים למגע. לפיכך, ניתן לפצות, במידה מסוימת, על עייפות מרכזית באמצעות רפלקס הקולטנים המכניים (neuromuscular spindles and Golgi tendon organs)
3. הגירוי של עצבים מסוג 3 ו-4 (chemoceptive and nociceptive afferents) עלול לגרום לירידה בקצב הפריקה ולעיכוב בפקודת קליפת המוח המוטורית.
4. היכולת של התאים בקליפת המוח עשויה להשתנות במהלך משימה מוטורית מתמשכת.
5. השפעת הסרטונין המופרש בסינפסה עשויה לגדול ולגרום לעלייה בתחושת העייפות. זה יכול להתרחש לאחר עלייה בספיגה של טריפטופן (ממנו מיוצר סרטונין) במוח. במהלך אימון ממושך, עלייה מסוג זה יכולה להיות קשורה בירידה בפלזמה בריכוז חומצות אמינו מסועפות.
6. התרגיל יכול להוביל לשחרור ציטוקינים כמו אינטרלוקין-6, הקשור לתחושת העייפות.

עייפות היקפית

- א. שינויים בסביבה התוך תאית:
1. הצטברות יוני לקטט ומימן. חלק מיוני המימן מנוטרלים ע"י ביקרבונט – מה שמוביל לשחרור של פחמן דו חמצני ולשינוי מנת הנשימה.
 2. הצטברות אמוניה.
 3. הצטברות חום – וכתוצאה ממנה -הזעה מרובה יותר, גורמת לאובדן מים העלול לגרום להתייבשות.
- ב. שינויים בתוך סיבי השריר:
1. הצטברות פוספט אנאורגני בסרקופלזמה, גורם לירידה בכוח ההתכווצות בגלל העיכוב ביחסי הגומלין בין גשרי הרוחב.
 2. הצטברות מימן בסרקופלזמה, גורמת לירידה בכוח ההתכווצות בגלל העיכוב ביחסי הגומלין בין גשרי הרוחב. יתר על כן, הצטברות זו יכולה לגרום לספיגת סידן לקויה ברשת הסרקופלזמית, ולהיות הגורם המרכזי לזמן הרפיה ממושך לאחר התכווצות מעייפת.
 3. הצטברות יוני מגנזיום בסרקופלזמה. יוני המגנזיום עלולים להגביל את שחרור הסידן ע"י הרשת הסרקופלזמית.
 4. עיכוב של שחרור סידן ע"י הרשת הסרקופלזמית, עקב הצטברות של פוספט אנאורגני. שחרור סידן מעוכב ע"י משקעים של סידן פוספט וזרחון של תעלות סידן.
 5. ירידה במאגרי (רזרבות) הגליקוגן ובמקרים קיצוניים, ירידה גם ברמות הגלוקוז בדם. דלדול מאגרי הגליקוגן מוביל לעייפות באמצעות מנגנון שעדיין אינו מובן היטב. ירידה ברמת הגלוקוז בדם, גם אם זמנית, עלולה לשבש באופן ניכר את פעולת מערכת העצבים המרכזית.
 6. ירידה במהירות פוטנציאל הפעולה העצבי לאורך הסרקולמה - כנראה כתוצאה משינויים ביומכניים בתוך סיבי השריר ובסביבתם. הנפילה במהירות ההעברה מומחשת ע"י שינוי בתכיפות התדר האלקטרו-מיוגרפי, אך אין לה השפעה מיידית על יצירת הכוח.
 7. גידול בנביעת יוני אשלגן מסיבי השריר: העלייה באשלגן בחלל הצינורות הרוחביים יכולה לחסום את פוטנציאל הפעולה בנקודה זו, ומכאן לצמצם את הכוח שנוצר עקב ליקויי עירור התכווצות הצימוד. [Ament and Verkerke [2016].

טווח תנועה

לאחר מאמץ, לעיתים אפילו לאחר משחק בודד אחד, נראה ירידה בטווח התנועה. הגבלת טווחים זו בעייתית בהקשר של פציעות (קשורות לעייפות).

גורמים ביוכימיים, הורמונליים ואימונולוגיים

- Creatine Kinase (CK)
- IL-6
- Uric Acid – Up to 50% rise in Elite Soccer players-48h post match
- לא מעשי ויקר.

הבדלים בין המינים בנטייה להתעייפות

- נשים מתעייפות, פחות. נראה כי יש קשר למערכת העצבים המרכזית.
- נבדק על Quadriceps – אימונים דינמיים, איזוקינטיקה.
- נבדק איזומטרית על Biceps brachii
- נראה כי נשים הן בעלות יכולת ניצול חמצן טובה יותר לשם אספקת אנרגייה להתכווצות שרירים. פחות תוצרי לוואי מטבוליים דוגמת הפוספט האנאורגני הנחשב כגורם לעייפות שרירים.



הדרישות הפיזיולוגיות להתאוששות מיטבית בספורט העממי והתחרות

איתי גולדפרב

פיזיולוג מאמץ M.Sc, דוקטורנט במכון למחקר רפואי (FMRC), הפקולטה לרפואה - אוניברסיטת תל אביב

בספרות המקצועית מתוארים חמישה גורמים עיקריים המשפיעים על ביצוע ספורטיבי תת מיטבי והמעידים באופן רגשי וסובייקטיבי על התאוששות תת מיטבית, על ירידה בביצועים הספורטיביים, על שחיקה ועל תשישות כרונית, או במילים אחרות – על תסמונת אימון יתר.

הגורמים הידועים לתסמונת הם דיכאון (30%), עייפות (27%), כעס 24%, מתח נפשי ודאגה (17%) ובלבול ומבוכה (5%). מרבית ההסברים לתופעה רגשית זו קשורים לחוסר איזון בין הדרישה הספורטיבית וניהול עומסי האימון, לבין שלבי ההתאוששות ומשכם, וכן להפחתה בצריכה הקלורית (אכילת מזון), לרבות צריכת הפחמימות ו/או החלבון וחוסר יחסי בוויטמינים ובמינרלים לאורך זמן (1).

לרוב, תסמונת אימון יתר מתוארת כירידה ביכולת הגופנית והספורטיבית, בתחושה מוגברת של עייפות ו"רגליים כבדות", בדיווח על שינה לקויה ופחותה, על מצב רוח ירוד, חוסר חשק ומוטיבציה וסימני דיכאון (קצרים או ממושכים), גם לאחר שבועיים שלמים של מנוחה! אומנם אין מדד או כלי אובייקטיבי אחד המאפשר אבחון ישיר של תסמונת זו, אך ההכרה במכלול גורמי הסיכון ומעקב צמוד אחר תגובות הספורטאי וביצועיו הספורטיביים, עשויים להיות הדרך המשמעותית ביותר למניעתה של התופעה ולהתמודדות עימה. חוסר הכרה ואי הבנה של הדרישות הפיזיולוגיות הנדרשות להתאוששות מיטבית בין מאמץ גופני אחד למשנהו, ובין תקופות מאתגרות של אימון ותחרויות או הישגים מרביים, עלולים לגרום לשחיקת הספורטאי, לפגיעה ביכולתו הגופנית, להקטנת סיכוייו לנצח בתחרויות וגרוע מכך, אף להעלות משמעותית את הסיכון לפציעתו.

לצערנו, מרבית ההמלצות הנפוצות כיום בתחום הכושר והספורט להתאוששות מיטבית, אינן מבוססות וחלקן אף מוגדרות כ"השקפות עולם" וכ"אשליות". ההמלצה המשמעותית ביותר מבוססת המדע היא המנוחה! משך מנוחה מותאם ומיטבי לצורך חזרה ליציבות תפקודית ובריאותית עשוי, לא פעם, להימשך בין שבועות לחודשים. רק לאחר חזרה הדרגתית, מבוקרת ומתונה לתוכנית האימונים, אפשר להחזיר את הספורטאי למערך אימונים המלא ולמשטר התחרויות הנדרש ממנו במקצועו האישי או הקבוצתי (2-3).

עייפות בעת ביצוע משימה ספורטיבית מוגדרת כחוסר יכולת לשמר יכולת גופנית בעצימות נתונה, תוך ירידה באספקת האנרגיה, בביצוע הספורטיבי, בנפח העבודה ובהספק המכני. העייפות מושפעת מתהליכי בקרה בשתי מערכות עיקריות:

1. המוח ומערכת העצבים המרכזית (עייפות מרכזית, עיכוב גיוס היחידות המוטוריות)
2. תאי השריר, עייפות פריפרית – מטבולית (שינויים ברמות החומציות בתאי השריר).

אחת התובנות בנושא זה היא ההכרה במאזן ריכוז הסיידן כגורם המגביל את תפקוד תאי השריר, וזאת בניגוד לגישה שרווחה בשנים עברו, לפיה ייחסו לריכוזי הלקטט את ה"האשמה" בעייפות. עם זאת, גם כיום, אחד הסממנים הישירים לעצימות המאמץ הגופני, לרבות בתחום האירובי, הוא הלקטט (או במונח המוכר "חומצת חלב"). הלקטט הוא סמן

מטבולי (מרקר ביולוגי) המאפשר זיהוי ישיר של הדרישה הפיזיולוגית במאמץ נתון ואת הערכת היכולת האירובית במבדקי צריכת חמצן מרבית (צח"מ).

המושג, "התאוששות מיטבית", מתייחס לאומנות מדעי המאמץ והאימון וליכולתו של המאמן לתכנן, לזהות ולווסת בין המאמץ והאימון לבין ההתאוששות, תהליכי ההסתגלות והביצועיים הספורטיביים המרביים. מונח זה מוכר מהעבר כ"פיצוי יסף" (5). אי התאמה בין דרישות האימון לבין מידת ההתאוששות הנדרשת מהספורטאי בהתאם לגילו, לענף הספורטיבי שלו ולמידת הסתגלותו האישית – הרגשית, היא הגורם המרכזי לפגיעה ביכולותיו הגופניות ולתסמונת אימון יתר, לרבות הגדלת הסיכון לפציעות. אחד הדגשים החיוניים למאמנים בתחום התחרותי והעממי כאחד, הוא ההבנה שכלל שהספורטאי מבוגר יותר – כך עולה הדרישה הפיזיולוגית בהתאוששות: זמן ההתאוששות מתארך והצורך בהגעה ליציבות פיזיולוגית (הומאוסטאזיס) חיוני ביותר, לשם מניעת תסמונת אימון יתר והפחתת הסיכון לפציעות. כאמור, אימון ללא התאוששות מותאמת הוא גורם סיכון לפציעות, לירידה בביצועיים הספורטיביים ולשחיקת הספורטאי גופנית ונפשית כאחד (6).

זכרו: התאוששות מיטבית דורשת זמן וקשורה לדרגת המאמץ ולענף הספורטיבי (תחרותי או עממי) באופן ישיר, כמו גם לשונות הגנטית - האישית, הגופנית, הרגשית והחברתית של כל ספורטאי. תהליכי ההתאוששות דורשים התאמה פיזיולוגית וניתן לסכמם באופן הבא (7):

• **בדקות:** ירידת הדופק, לחץ הדם, רמות הלקטט וטמפרטורת הגוף.

• **בשעות:** התייצבות מערכת העצבים המרכזית, רמות צריכת החמצן וחדוש מאגרי הגליקוגן בכבד ובשרירים (20 ש').

• **בימים:** התייצבות מדדי נזקי השריר, כגון ה-CPK, כאבי השרירים המאוחרים ומערכת החיסון, אורכת בין 48 שעות ל-72 שעות, לכל הפחות. יתרה מכך, נמצא כי לאחר מאמץ עצים (לרבות פלאומטרי) וממושך (ריבוי תחרויות) רמות ה-CPK נותרות גבוהות, גם לאחר 120 שעות מנוחה.

• **בשבועות:** ויסות תהליכי דלקת בשריר, התייצבות המערכת העצבית שרירית, ושפעול תאי לויין אורכים כ-21 ימים, לכל הפחות.

• **בחודשים:** התחדשות מלאה של תאי השריר אורכת כחודשיים-שלושה, במצבים חמורים - תהליכי איחוי ותיקון ברקמת השריר – Myofibers Regeneration – אורכים כתלות בשטח הפגיעה ברקמות החיבור ובעומקה.

המלצות ליישום

• בדיקת סממנים ביולוגיים (CPK, NLR & microRNA) עשויה לשפר את הערכת תגובות הספורטאי לאימון ולתחרות ובאופן זה לאפשר לעקוב ביעילות רבה אחר מידת ההתאוששות במאמץ אקוטי וכרוני, ולווסת בהתאם את עצימותו – בעיקר בתקופה של ריבוי תחרויות ומשחקים. שילוב בין המדדים הביולוגיים, לבין התפקוד במבדקי יכולת גופנית ובמבדקים רגשיים (סולם תחושה וכאב), תוך קיום שיחות אישיות ומעקב אחר אורח חיי הספורטאי, יאפשרו מיצוי אינטגרטיבי של יכולותיו הספורטיביות ואבחון של מידת התאוששותו.

• התאוששות יכולה להיות פסיבית, אקטיבית או אקטיבית למחצה. התאמת אופן ההתאוששות תתבצע בהתאם למשך המאמץ ולעצימותו, לסוג הענף הספורטיבי ולהעדפתו האישית של הספורטאי, כמו גם, בהתחשב במספר שעות השינה שלו ובאורחות חייו!

• לא נמצא הבדל משמעותי בין הדרכים הנפוצות להתאוששות. עוד נמצא כי התאוששות אקטיבית או פסיבית, דוגמת עיסוים, אמבטיות קרח, תרגילים במים קרים או חמים, מתיחות או EMS אינם בעלי יתרון או השפעה פיזיולוגית משמעותית.

• מטרת ההתאוששות היא לאפשר חזרה מהירה ויעילה ככל שניתן לשיווי משקל פיזיולוגי (הומאוסטזיס), תוך הסתגלות מערכות הגוף למאמץ ולאימון באופן מיטבי.

• חשוב לזכור: גם התאוששות ממאמץ דורשת מרשם המותאם אישית!

בנימה אישית

מושג "פיצוי היסוף" (Supercompention) מתייחס לשלב בו לאחר התאוששות המותאמת למאמץ הגופני, מערכות הגוף מפצות על הדרישות הפיזיולוגיות שחלו עליו - כמנגנון יצירת רזרבה תפקודית מותאמת. את המושג "פיצוי יסף" ניתן לתאר, במילים אחרות, כהסתגלות מערכות גופנו למאמץ כתגובה להשלמת תהליכי ההתאוששות שנדרשו, קרי, "התאוששות מיטבית" התורמת להסתגלות פיזיולוגית כחלק ממעגל ה-"סטרס - התאוששות - הסתגלות". תהליך זה, שהוצג כבר ב-2016 (8), אינו בבחינת "קסם" אלא תוצאה של מעקב אחר ניהול העומסים, הקצאת זמן ההתאוששות הנדרש והובלת תהליכי ההסתגלות בהתאם לאדם, למקום ולזמן! ללא קשר אישי לספורטאי או למתאמן והבנת תגובותיו לאורך תקופות האימונים, לא ניתן יהיה לנהל נאמנה את מערכת יחסי הגומלין בין הגירויים הפיזיולוגיים החיוניים לביצועים ולהישגים הספורטיביים באימונים מחד, לבין הקצאת זמני ההתאוששות המיטביים מאידך.

תודה על הזכות להרצות בנושא וליטול חלק פעיל בכנס הלאומי הראשון למדעי האימון התחרותי - ראשיתו של מפעל חיוני ומשמעותי בתחומנו. יישר כוח.

איתי גולדפרב, פיזיולוג מאמץ (M.Sc.) דוקטורנט בפקולטה לרפואה של אוניברסיטת תל אביב ובמרכז שניידר לרפואת ילדים, מרצה בביה"ס למאמנים במכון וינגייט, רכז ומורה לחינוך גופני ב"דרכא".

מקורות:

1. Meeusen R Et al. Prevention and treatment of overtraining syndrome. ECSS & ACSM European Journal of Sport Science. 2013, 1;13(1):1-24.
2. MacDougall JD et al. Physiological testing of the high performance athlete. 2nd ed. Champaign (IL): Human Kinetics, 1991: 1-5.
3. Dantzer R, Heijnen CJ, Kavelaars A, Laye S, Capuron L. The neuroimmune basis of fatigue. Trends in neurosciences. 2014 Jan 1;37(1): pp. 39-46.
4. Carroll et al. Recovery of central and peripheral neuromuscular fatigue after exercise. Journal of Applied Physiology 122.5 (2016), pp. 1068-1076.
5. Smith, D.J., & Norris, S.R. (2002). Training load and monitoring an athlete's tolerance for endurance training. Champaign, IL: Human Kinetics.
6. Kellmann, M. Preventing overtraining in athletes. Scandinavian journal of medicine & science in sports, 2010, 20, pp. 95-102.
7. Mcllellan cp, lovell di, Gass gc. Creatine kinase and endocrine responses of elite players pre, during, and post rugby league match play. journal of strength and conditioning research.;24(11) pp. 19-2908
8. First Use: Pre-publication meeting of Rippetoe, Sullivan, Baker and Bradford, at the Starting Strength Coaches Association Conference in August of 2016.



(M.Sc.) רותם כסלו-כהן, פיזיולוגית מאמץ
המרכז לרפואת ספורט ומחקר, מכון וינגייט

הקדמה

- בדומה לצורך לנשום או לאכול, אנחנו חייבים לישון.
- גם אם נשתדל מאוד להישאר ערים במשך פרקי זמן ארוכים, הצורך לישון, יכריע אותנו בסופו של דבר. חסך בשינה יגביר את הצורך בה, ויאריך את משך השינה.
- רמת הערנות נקבעת על ידי משך השינה האחרונה ואיכותה, באופן חלקי.

מדוע השינה היא מצרך כה חיוני?

- חיונית לתפקודים הבסיסיים.
- חיונית ליכולת הקוגניטיבית והפיזית.
- לחידוש "המצברים והכוחות".
- הלמידה והזיכרון.
- למצב הרוח.
- למערכת החיסון.
- קשר למשקל ולתהליכי הזקנה.
- לביצועים ספורטיביים.

מה קורה כשאנו ישנים?

פחות אור < הפרשת מלטונין מבלוטת האצטרובל < תחושת עייפות ושינה < שלבי השינה השונים.
קיימת מחזוריות (מחזור צירקדי): בין 0:00 ל-7:00 נטייה לשינה ושיא נוסף בשעות הצוהריים (הרגשת עייפות ורצון לישון). נטייה נמוכה לשינה בשעות הערב המוקדמות.

מחזורי שינה

מחזור שינה ממוצע נמשך בין 90 דקות ל-110 דקות.
בשנת לילה מתרחשים 4-6 מחזורי שינה – תלוי במשך השינה.
בשליש הראשון של הלילה דומיננטיים השלבים 3 ו-4.
שנת החלום (REM) דומיננטית בשליש האחרון של השינה.

מחזור שינה ממוצע מורכב:

20%-25% שנת חלום (REM).
20%-25% שלב 3-4.
50% שינה שטחית (שלב 2)

שינה היא מצב דינמי. ניתן להצביע על שני שלבים קריטיים בהיבט של התאוששות:
Deep – 20%-30% מהלילה - שיקום תאי שריר ותאי עצם, הפחתת תהליכים דלקתיים.

REM – 10%-20% מהלילה - שנת החלום – תהליכי זיכרון, למידה, מנטלי.

כיום, קיימת אפשרות למדוד את הזמן הדרוש לנו לכל שלב.

מה קורה כשאנו ישנים?

בזמן השינה

- יש עלייה בכמות הנוזל החוץ-תאי עקב תהליכי "ניקיון" תוצרי הלוואי המטבוליים הנוצרים בתאי המוח, והמופרשים אל נוזל המוחי-שדרתי, במהלך היום. (Xie et al. 2013)
- נמצאו עדויות לשינויים בפעילות עצבית, ברמות בחמצן בדם ובזרימת הנוזל מוחי-שדרתי.
- לאחרונה נמצא כי תהליכים אלו דומיננטיים בעיקר בשלבי השינה העמוקה (Low frequency wave)

כמה צריך לישון?

- מבוגרים (לא ספורטאים) זקוקים ל-7 עד 9 שעות שינה בלילה, בממוצע.
- ספורטאי תחרותי – השאיפה היא לממוצע של 9-10 שעות שינה בלילה.

כמה ישנים בפועל? קצת נתונים מהארץ:

דיווח על קושי להירדם או לישון (בני 20 ומעלה, באחוזים, 2017)

- 60% - לא מתקשים לישון.
- 14% - מתקשים לישון פעם בשבוע או פחות.
- 11% - מתקשים לישון במהלך פעמיים או שלוש בשבוע.
- 15% - מתקשים לישון בכל לילה או כמעט בכל לילה.
- מספר שעות שינה ביממה (בני 20 ומעלה, באחוזים, 2017)
- 17% - עד 5 שעות.
- 29% - 6 שעות.
- 29% - 7 שעות.
- 25% - 8 שעות ומעלה.

- מחצית מהאוכלוסייה הבוגרת מדווחת על 7-8 שעות שינה בלילה.

כמה באמת ישנים?

מאפייני השינה של ספורטאי עלילית: השוואה בין דו"חות שאלון שינה סובייקטיבי לבין המדדים האובייקטיביים הנאספים באמצעות מכשיר ניטור. ע"פ נתוני עבודה שבוצעה במרכז לרפואת ספורט ולמחקר של מכון וינגייט, המכון הלאומי למצוינות בספורט ושהוצגה לאחרונה בכנס ECSS בפראג:

- 1511 לילות הקלטה.
- 11 ספורטאים בסגל האולימפי (7 נשים ו-4 גברים).
- גיל ממוצע: 24.18 (3.74±).
- ממוצע לילות הקלטה לספורטאי: 137±63.8.
- השתמשו באפליקציית SleepRate.
- מילאו שאלון דיגיטלי מדי בוקר וערב, ובו דיווח סובייקטיבי על מדדי השינה, כדלקמן:

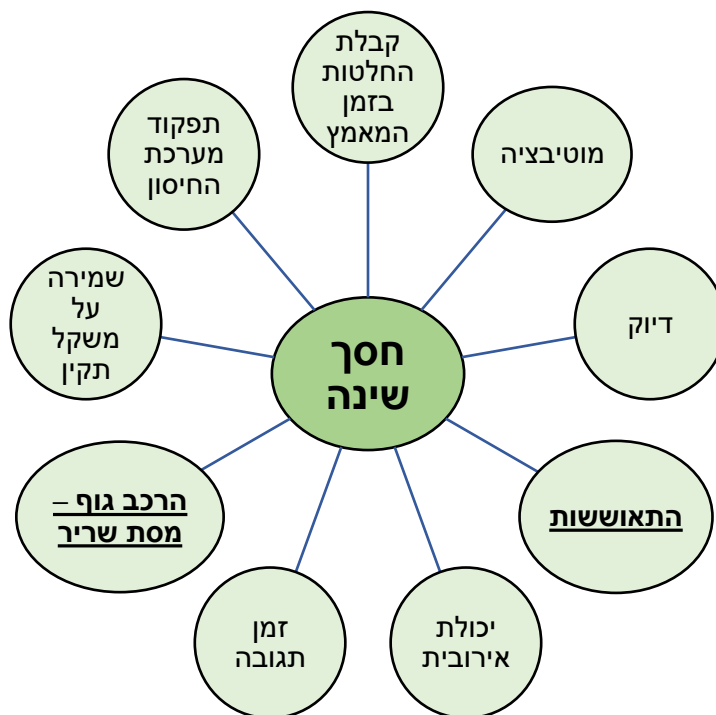
- איך הייתה השינה שלך?
- כמה זמן אתה חושב שלקח לך להירדם?
- אם התעוררת בלילה, כמה זמן להערכתך היית ער?

נמצא ממוצע שינה של 7.20 שעות

נמצא הבדל מובהק בין הדיווח האובייקטיבי לבין הדיווח הסובייקטיבי על איכות השינה ומשכה. כלומר, הספורטאים דיווחו שהם ישנו טוב יותר ויותר, אך בפועל הנתונים האובייקטיביים הציגו תמונה שונה. הייתה הערכת יתר של רוב הספורטאים.

למה אנחנו לא ישנים מספיק? או מה יכול לפגוע באיכות השינה שלנו?
 לחץ, נסיעות, פעילות גופנית בסמיכות לשינה, תנאי שינה, צריכת קפאין, עבודה במשמרות, שימוש במכשירים אלקטרוניים, תנודתיות ברמות הסוכר בדם, שתיית אלכוהול.

מה ההשפעה של חסך בשינה?



- העלאת הסיכון להתפתחות **תנגודת לאינסולין**.
- **קשר חזק עם תופעת ההשמנה והסינדרום המטבולי**.
- בקרת התיאבון עלולה להשתבש - לפטין, גרלין.
- יסות תהליכים הורמונליים: הורמון הגדילה, קורטיזול, TSH.
- **פגיעה בתהליכי סינתזת חלבונים ברמה התאית - (פגיעה במסת השריר)**.
- **יכולות קוגניטיביות והתנהגותיות**.
- **פגיעה בתפקודי מערכת החיסון**.
- יסות חום הגוף.
- **השפעה על היכולות הגופניות והביצועים הספורטיביים**.

שינה וביצועים ספורטיביים

במחקר מאוניברסיטת סטנפורד בארצות הברית, נבחנה ההשפעה של הארכת משך השינה על היכולות הגופניות בקרב שחקני כדורסל.

11 שחקני כדורסל האריכו את משך השינה שלהם, למינימום של 10 שעות במיטה מדי לילה, במהלך 5-7 שבועות. יש לציין כי משך השינה שלהם לפני תחילת המחקר היה בין 6-9 שעות.

השינה והערות נבדקו בעזרת אקטיגרף ויומן שינה.

חל שיפור ביכולות הבאות:

יכולת המאוזן (ספרינט).

דיוק בזריקות העונשין ומטווח ה-3.

השחקנים דיווחו על ירידה בתחושת העייפות ועל עלייה בתחושת הנמרצות וברמות האנרגיה שלהם.

שיפור בתחושה הפיזית והמנטלית במהלך המשחקים והאימונים.

משך השינה והסיכון לפציעה

65% מהספורטאים שישנו פחות מ-8 שעות בלילה חוו פציעות.

31% מהספורטאים שישנו יותר מ-8 שעות ללילה נפצעו.

למי שישן פחות מ-8 שעות סיכון גבוה יותר להיפצע.

עקרונות לשיפור איכות השינה

- **הקפדה על שעת שינה ושעת יקיצה קבועות כדי לבסס מחזור שינה תקין.**
- כאשר מרגישים עייפים – צריך ללכת לישון. (יכול להוביל לעיכוב בהפרשת הורמון גדילה).
- מנוחה במיטה לפני השינה – מהווה טריגר להפרשת הורמון הגדילה.
- **יצירת סביבת שינה נוחה** (חושך, שקט, טמפרטורה נוחה, מזרון וכרית נוחים).
לחושך בזמן שנת הלילה חשיבות בהפרשת הורמון גדילה.
- מומלץ להימנע משימוש במחשב לוח (טאבלט) ובטלפון חכם (סמארטפון) בסמיכות לשעת השינה כדי למנוע פגיעה בהפרשת המלטונין. יש להפסיק את השימוש בהם כ-30 דק' לפני השינה, לכל הפחות.
- **לא לצרוך חומרים מעוררים** בסמיכות לשעת השינה.
- **לא לאכול ארוחות גדולות ו/או לשתות נוזלים רבים** לפני השינה. מומלץ לאכול עד שעתיים או שלוש שעות לפני שעת השינה הרגילה.
- **שימוש בטכניקות הרגעה** ונשימה על-פי הצורך.
- **שילוב שנת צוהריים קצרה** (נמנום) בת כ-30 דק'. (דורש אימון...)
- עשוי להועיל לתפקוד מערכת החיסון

לסיכום:

- **שינה** היא צורך ביולוגי בסיסי החיוני לבריאותנו, לתפקודנו היומיומי, לבטיחותנו ולאיכות חיינו.
- נראה כי האוכלוסייה הבוגרת, כמו גם ספורטאי עילית, אינם ישנים מספיק.
- **לחסך בשינה** השפעות רבות ושליליות על בריאותנו ותפקודנו היום-יומי. לרבות:
 - יכולת הלמידה.
 - מערכת החיסון והגדלת שכיחות הפציעות.
 - הביצועים הספורטיביים.
- שימוש בטכניקות ובהרגלי שינה נכונים יכולים להפחית בעיות שינה ואף למנען, וכן לשפר את איכותה.
- ספורטאים העוסקים בפעילות גופנית אינטנסיבית צריכים לשאוף לישון 8-10 שעות בלילה **במוצע, ולצבור כ-60 שעות שינה בשבוע (8.5 שעות שינה במוצע בלילה).**
- כאשר לא ניתן לקבל את מספר השעות הנחוץ - ניתן לשלב נמנום במהלך היום.
- אם ידועות הפרעות בשינה - יש דרכים לטפל בהן.

חוקי האבולוציה

פרדיגמה: "החזק שורד?" – לא נכון

"המתאים שורד" – נכון

צ'רלס דרווין – אבי תורת האבולוציה

הכללים: מוטציה מקרית וברירה טבעית.

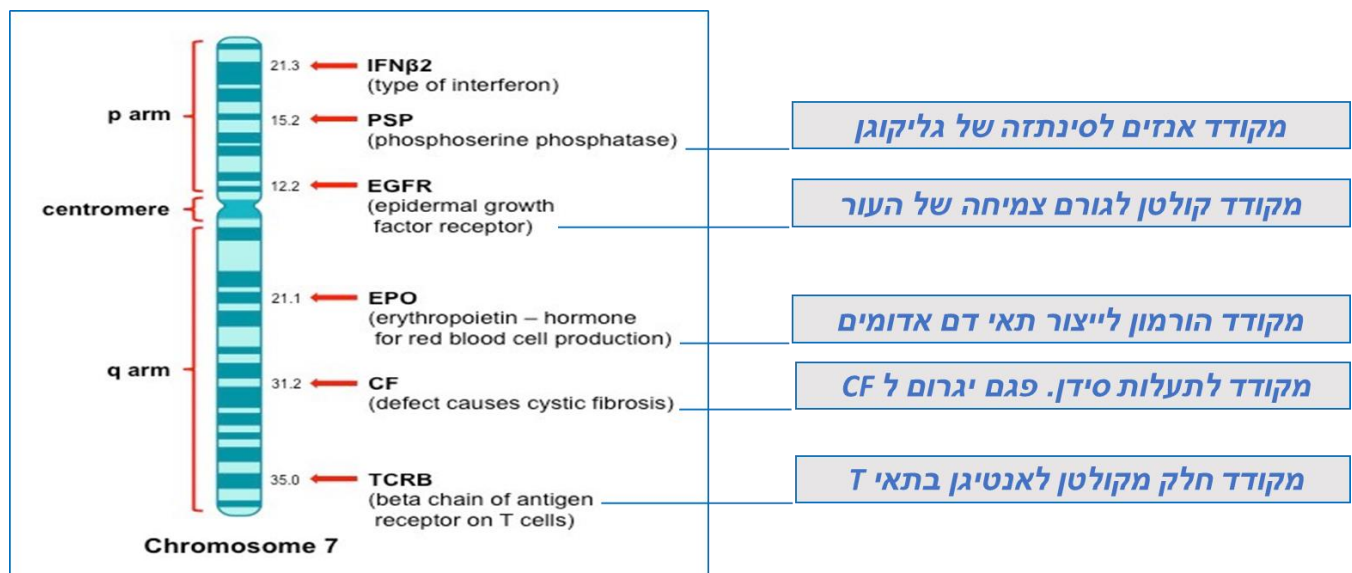
פרויקט גנום האדם - ריצוף הגנום האנושי

נמשך כ-13 שנים בעלות של כ-3 מיליארד דולר.

באפריל 2003 הושלמו 99% מהמיזם, בדיוק של 99.99%.

במהלך המיזם לא כל הגנים אופיינו ובאזורים "בין גניים" נותרו מקטעי DNA לא מפוענחים.

לדוגמה: כרומוזום 7 – במהלך העבודה הסתברה תכליתם של גנים מסוימים.



מקודד אנזים לסינתזה של גליקוגן

מקודד קולטן לגורם צמיחה של העור

מקודד הורמון לייצור תאי דם אדומים

מקודד לתעלות סידן. פגם יגרם ל CF

מקודד חלק מקולטן לאנטיגן בתאי T

מטרות המיזם:

רישום הרצף

Data Base

מיפוי הגנים

שיפור טכנולוגי

היבט אתי משפטי

*פיענוח הגנים לא נמנה עם מטרות הפרויקט!

"טעויות"

הרצף הגנטי כתוב בשפת ה-DNA המכילה כ-2 או 3 מיליארד בסיסים ("מילים") ולכן, מטבע הדברים, נופלות בו "טעויות".

במקרה שלנו, כל אדם הוא יצירה חד פעמית בה באים לידי ביטוי גם "טעויות" על הרצף – מוטציות. קיימות וריאציות DNA ה"פוגעות" בתפקוד הגן: למשל, ילדת "בועה" SCID (מחלה גנטית קשה עם שרידות נמוכה). קיימות וריאציות DNA שאינן "פוגעות" בתפקוד הגן: בעל חיים ה"מתאים" יותר לסביבתו (מנבא שרידות גבוהה).

אפיגנטיקה

ההשפעה של הסביבה על התכתיב התורשתי (על הגנים)

ישנם גורמים שונים המשפיעים על הגנים שלנו. לדוגמה תרכובת פחמן נפוצה בשם "מתיל" המשאירה "עקבות" על רצף ה-DNA, דבר המאפשר התחקות אחר שינויים בגנים שלנו. לעיתים קרובות, תרכובת המתיל היא הסיבה למוטציות עצמן ואף גורמת למחלות שונות (אוטואימוניות, מנטליות, סוכרת, מחלות ממאירות).

מתילציה – שינויים על רקע של תרכובת מתיל.

במחקר שנעשה ע"י פרופ' מ. שיף – אוניברסיטת מק'גיל, קנדה

נבחנו ההבדלים בין שינוי שחל בגנום של עובר קופים שגדל אצל אימו הביולוגית לבין השינוי בגנום עובר שגדל אצל אם מאמצת:

גנום שלייתי – תכתיב גנטי המועבר לעובר מהאם כהתוויה לחייו.

אם ביולוגית: יש שינוי של כ-20% בתכתיב הגנטי. שנותר בעינו גם לאחר שבועיים מהלידה.

אם מאמצת: שבועיים לאחר הלידה: שינויים דרמטיים בגנום (מתילציה) בהשפעת הגורם הסביבתי (תנאי אומנה).

מהן האפשרויות העומדות לפנינו לשפר הישגים אתלטיים

א. חיפוש ומיון של תכונות קיימות Scouting

ACTN 3 "הגן המהיר" – אלפא אקטינין 3 – תת יחידה של פילמנט האקטין

מקושר גם לתהליכי התאוששות ולסיכון נמוך לפציעות.

כרומוזום II עליו ממוקם הגן "המהיר".

שלוש וריאציות:

RR ו-RX המטיבות עם ענפי ספורט בהם דרושים כישורי כוח ומהירות.

XX לא מיטיבה עם ענפי ספורט בהם דרושים הכישורים הנ"ל.

בספורטאים במקצועות הכוח והמהירות ניתן למצוא את הווריאציות RR ו-RX באופן בולט יחסית למקצועות הסיבולת ולקבוצות הביקורת.

יתכן כי שכלולים טכנולוגיים כמו איברים תותבים או לדוגמה, שתלים דנטליים, לא יתאימו לסביבתם האנטומית שכן הם עשויים ממתכות ו/או מחומרים מרוככים. ה-FDA מאתגר את הקהילה המדעית לייצר "שתלים" מבוססי קולגן "אנושי" בריא ו"לא משומש".

גנטיקה - שדרוג ותוספת תכונות

בטבע מנגנון של Self Assembling

הקולגן מהווה כ-25% ממשקל הגוף היבש

5 גנים אנושיים ידועים כמקודדים קולגן מסוג 1

פרופ' עודד שוסיוב וחבריו משבטים את צמח הטבק וממצים ממנו קולגן אנושי רקומביננטי. זה משמש לריפוי רקמות לאחר כוויות ועשוי לשמש גם לחיזוק רקמות חיבור (גידים ושרירים).

ה"מאבק" בין בקטריה לווירוס

תכלית הווירוס היא לשלב את הגנום שלו בזה של הבקטריה כדי להתרבות. לבקטריה תוחלת חיים קצרה (כ-20 דק') ולכן זמן קצוב ל"טפל" בגן הווייראלי. פירוז הגן הווייראלי נעשה באתר מסוים בבקטריה הנקרא Casper בידי חלבון הנקרא CAS 9.

למעשה זהו "פנקס" החיסונים של הבקטריה המאפשר לה ולצאצאיה "עמידות" בפני אותו הווירוס.

2014 – פרופסורים מאוני' הרווארד הצליחו "למחוק" באמצעות Crisper קולטנים ל-HIV בתאי גזע אנושיים.

החיתוך המאוד מדויק של רצף DNA המבוצע על ידי הבקטריה הינו מנגנון מצוין ל:

עריכה גנטית או "דחיפת" גנים

על פי "טכנולוגיה" זו ניתן לסנטז בתחום הביולוגיה המולקולרית גנים שמקודדים תכונות מבוקשות, ולשלבם בתוך הרצף הגנטי בתאי גזע עובריים - ובכך ל"שבח" תכונות מבוקשות בעוברים ובבני אדם.

"האם זה מוסרי?"

"האם זה אתי?"

זה בהחלט מטריד!

חומצות אמינו מסועפות שרשרת ופחמימות והיכולת לבצע מאמץ אירובי ממושך



אורי אליהו PhD

כידוע מניסיונו היום-יומי, במהלך אימוני סיבולת (ריצה, רכיבה על אופניים) תגיע בשלב מסוים, העייפות. המנגנונים הכרוכים בעייפות מחולקים לעייפות היקפית (שריר) ולעייפות מרכזית (CNS). עייפות היקפית היא תוצאה של הידלדלות מאגרי הגליקוגן בשרירים והצטברות של מטבוליטים אנאירוביים (הורדת pH וירידה בהפרשת סידן מהמאגרים).

הרמז הראשון להבנת תרומת הסרוטונין לעייפות המרכזית פורסם בשנת 1963 על ידי Barchas JD et al, שהצביעו על העלאת רמות הסרוטונין במוח בקרב חולדות ששחו עד לתשישות, בהשוואה למצבם במנוחה. מגמה זו הוצגה גם במחקרים בבני אדם שבדקו את השימוש בתרופה נוגדת הדיכאון Paroxetine, המעלה את רמות המעביר העצבי במוח, אך מקטינה את היכולת לבצע פעילות גופנית ממושכת.

על-פי תצפית ממושכת בניסויים רבים, קצב ייצור הסרוטונין במוח, תלוי בקצב כניסת חומצת האמינו טריפטופן למוח על ידי נשא לחומצות אמינו עליו מתחרות חומצות האמינו המסועפות (ולין, לאוצין ואיזולוצין) Brach Chain Amino Acids. לפיכך, ירידת רמת חומצות האמיניות המסועפות בדם, עשויה להעלות את שיעור סינתזת הסרוטונין במוח ולתרום לעייפות.

גורם רב משמעות נוסף במאמץ הוא עלייה ברמת חומצות השומן בדם: כאשר רמת חומצות השומן בדם עולה, הן מתחרות עם הטריפטופן על הקישור לחלבון אלבומין. לפיכך, הפחתת השימוש בחומצות שומן כמקור אנרגיה, תעכב את הופעת העייפות המרכזית. לאור כל הנאמר לעיל, מסתבר כי השילוב היעיל ביותר להפחתת עייפות הוא שילוב חומצות אמינו מסועפות שרשרת בתוספת פחמימות, המצמצם את הליפוליזה ומעכב את הופעת העייפות המרכזית.



חזרות אפקטיביות

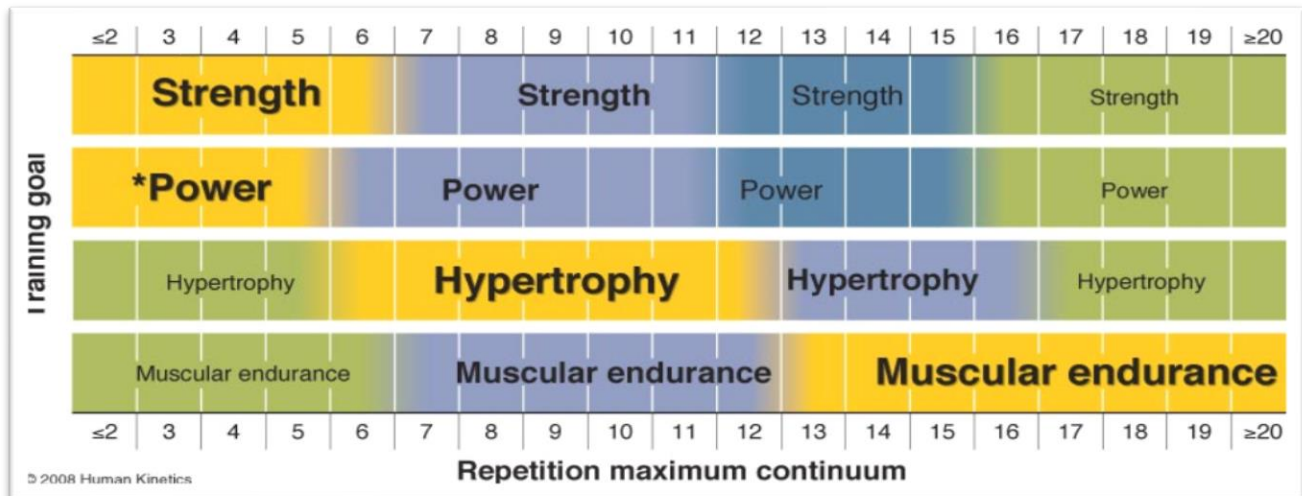
אדי קוגן
ראש תחום כושר גופני ובריאות

היפרטרופיה מושפעת מתדירות אימון, מנפחו ומעצימותו. אילו מהחזרות המבוצעות במהלך סט אימון תורמות לגירוי היעיל ביותר בסיבי השריר בתהליך ההיפרטרופיה? מהו מספר החזרות שנדרשות לצורך כך, ובאיזה עצימות?

טווחי חזרות

- טווחי חזרות של 6-12 נחשבים כטווחי ההיפרטרופיה (בטווח החזרות האפקטיביות), על פי ה-ACSM (2009).
- במשקלים כבדים מאוד (מספר חזרות נמוך), לא נרוויח מספיק חזרות אפקטיביות.
- טווח חזרות גבוה יגרום לעייפות גבוהה לאורך זמן.

טבלה המתארת את הטווחים האפקטיביים בהתאם למטרות השונות של האימון



מודל החזרות האפקטיביות

- אילו מהחזרות המבוצעות במהלך סט, תורמות לגירוי היעיל ביותר בסיבי השריר בתהליך ההיפרטרופיה?
 - החזרות האחרונות בכל סט שנבצע יהיו האפקטיביות.
 - השאלה היא, באיזה עצימות?
 - מודל המתבסס על חזרות המבוססות על 85% מ-1RM – זוהי עצימות גבוהה יחסית.
- "איך יוצרים בפועל תהליך אימון אפקטיבי?"
- איך מתקדמים? האם נדרשת עלייה במספר הסטים? עלייה במשקל? עלייה במספר החזרות?

התיאוריה של החזרות האפקטיביות לצורך היפרטרופיה, מבוססת על:

- גיוס יחידות מוטוריות
- עקומת מהירות מתח

גיוס היחידות המוטוריות

- גיוס היחידות המוטוריות המובילות למצב "אופטימלי להיפרטרופיה" בשלב העייפות. החזרות הראשונות גורמות לעייפות, ואילו החזרות האחרונות גורמות לגירוי הולם.

ע"פ חוק Hennaman's-size principle, גיוס היחידות מוטוריות מותאם לצורך התפקוד התנועתי.

מירב סיבי השריר מגויסים בטווח של 85%-87% מ-RM1 – ז"א בטווח של 5 החזרות האחרונות של הסט. (קרוב לכשל), במשקל בעצימות בינונית או גבוהה.

עצימות גבוהה עם משקל כבד - יגויסו סיבים מסוג 2 באופן כמעט מיידי.

עצימות נמוכה - משקלים קלים עם מספר חזרות גבוה - ככל שנתעייף יותר, כך היחידות המוטוריות מגויסות על-פי היררכיה מהנמוכה לגבוהה (מסיבים מסוג 1 אל סיבים מסוג 2).

עקומת מהירות-מתח

חפיפת מספר גשרי הרוחב של הסרקומר קובעת את המתח שיכולים לייצר.

כאשר הכיווץ מהיר יש פחות גשרי רוחב, ולפיכך יכולים לייצר פחות מתח (פחות כוח)

ולכן, בחזרות האחרונות, יש מתח גבוה יותר (כאשר המהירות יורדת).

בכדי להגיע להיפרטרופיה, מהירות תנועה איטית יחסית תאפשר גיוס של יותר כוח.

ישנם מספר מודלים של חזרות אפקטיביות, הבולט והמוכר מכולם הוא של **Chris Beardsley**.

המודל בא לתת מענה בהנחה שנפח האימון הוא הדבר המשמעותי ביותר. כאן הנפח ייחשב לפי כמות הסטים בהם יש 5 חזרות.

Effective Reps Require Both Full Motor

Unit Recruitment & Slow Bar Speed

Motor unit recruitment will vary between muscle groups & individuals

but is assumed to be complete around 5RM

If a motor unit is not recruited or exposed to sufficient tension it will not grow

Number of reps performed

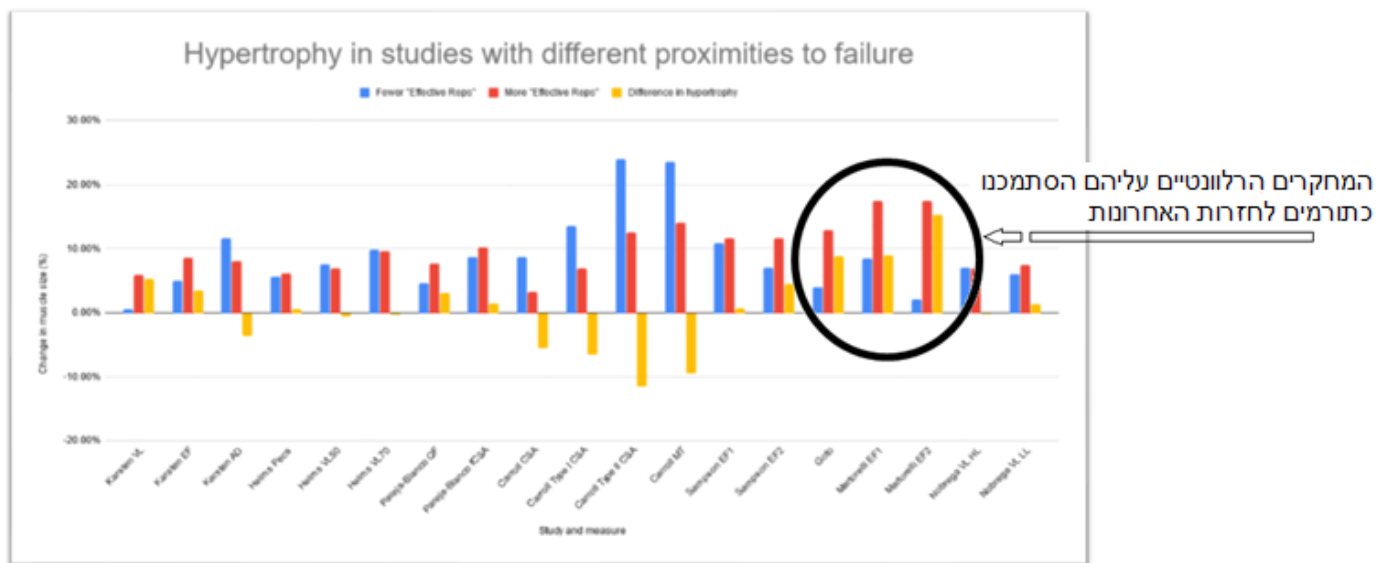
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1RM	1									
2RM	1	2								
3RM	1	2	3							
4RM	1	2	3	4						
5RM	1	2	3	4	5					
6RM		1	2	3	4	5				
7RM			1	2	3	4	5			
8RM				1	2	3	4	5		
9RM					1	2	3	4	5	
10RM						1	2	3	4	5

Number of effective reps in green - Non effective in red

הבעיות במודל

- הקשר בין התנגדות חיצונית לבין גיוס היחידות המוטוריות הוא מורכב ובעייתי יותר ובעיקר לתרגילים רב-מפרקים.
 - מודל "חזרות אפקטיביות" מבוסס על מחקרים עם כיווץ איזומטרי ותרגילים חד מפרקיים בהם ניתן להגיע לגיוס יחידות מוטוריות גבוה (יכול להתרחש בעומסים נמוכים עם כשל שריר).
 - ההנחה כי סיבי השריר צריכים להיחשף למתח מרבי על מנת לגרום להיפרטרופיה, נראית מנוגדת למחקרים העכשוויים.
- *מבוסס על מחקר אורכי ורגיל

לכן בהסתמך על 18 מדדים שנבחנו ב-8 מחקרים, בקבוצה שעשתה יותר "חזרות אפקטיביות", נצפתה עלייה משמעותית יותר בהיפרטרופיה של השריר במשך שלושה מקרים בלבד (וכן נצפתה היפרטרופיה נמוכה ומשמעותית פחות פעם אחת בלבד). ממצאים אלו אינם בבחינת תמיכה מחקרית מובהקת.



רק בקרב מתאמנים מתחילים נצפתה תוצאה יעילה בשלב החזרות האחרונות. אין תשובה מוחלטת לגבי כלל המתאמנים.

סיכום מחקרים

4 מאומנים – מורכבים.

4 לא מאומנים- חד מפרקיים.

ניתן לראות שהתועלת היא על מתאמנים שאינם מאומנים ובתרגילים על מפרקים חד מפרקיים.

מתאמנים מאומנים: התרגילים היו מורכבים ואין חובה להגיע לכשל - יכולים להגיע עם רזרבה של 2-3 חזרות ועדיין להגיע להיפרטרופיה.

מחקרים בנושא עצימות ונפחים שונים המשפיעים על היפרטרופיה

כדי לפתח כוח – יש צורך במשקל גבוה ומספר חזרות נמוך

כדי לפתח סיבולת - יש צורך במספר חזרות גבוה

להיפרטרופיה: התנאי היחיד ששונה הוא זה לפיו צריך להגיע לכשל לאחר מספר חזרות גבוה לצורך היפרטרופיה.

היפרטרופיה אינה ספציפית לטווח החזרות.

ניתן להגיע לעיבוי הרקמה באופן דומה בטווח חזרות נמוך או בטווח חזרות גבוה, אם משווים נפחים.

- קבוצה A: לחיצת חזה $3 \times 10 \times 200$
- קבוצה B: לחיצת חזה $4 \times 6 \times 250$
- Volume load - דומה
- $3 \times 10 \times 200 = 6000 \text{ lbs}$
- $4 \times 6 \times 250 = 6000 \text{ lbs}$
- תוצאות דומות בהיפרטרופיה בין הקבוצות.

מחקרים נוספים המשווים בין אימונים הכוללים טווח חזרות נמוך לבין אימונים הכוללים טווח חזרות בינוני - בהם משווים את מספר הסטים:

- מאמר של Schoenfeld et al. 2016 שהשווה את ההשפעה של אימונים בעומסים של RM 4-2 לעומת עומסים של RM 12-8 עם מספר סטים שווים. הראה בבירור היפרטרופיה גדולה יותר כאשר בוצעו 12-8 חזרות.
- עם זאת, Schoenfeld et al. 2017 הגיע למסקנה כי בהתבסס על ראיות מחקריות עכשוויות, אימון בעצימות של RM $1 \leq 60\%$, המבוצע עד לכשל, תורם לעלייה בחתך רוחב השריר באופן דומה לעצימות גבוהה של $< 60\%$ RM. RM
- מחקר דומה שנערך על ידי Mangine et al. 2015, השווה את ההשפעה של אימונים של RM 5-3 לעומת 10-12 עם מספר סטים זהים. נמצאה היפרטרופיה גבוהה יותר דווקא בטווח החזרות הנמוך.
- לפיכך, לא ניתן לטעון שאימונים עם מספר חזרות נמוך אינם יעילים למטרת היפרטרופיה. ניתן להניח כי חזרות בודדות של 1-2 אינן אידיאליות, אבל 3 או 4 חזרות – כבר סביר שכן. הקצה התחתון של "טווח ההיפרטרופיה" משתרע מעט מתחת ל-5 או ל-6 חזרות בכל סט. צריך להגיע צמוד או קרוב ככל שניתן לכשל גם בקרב מאומנים.
- טווח חזרות גבוה או נמוך עד לכשל - טוב יותר לצורך היפרטרופיה בהשוואה לחזרות הרחוקות מכשל (RIR5) עם נפח דומה (מאומנים).

לסיכום:

- בגרסה "הקשוחה" של התיאוריה לפיה "חמשת החזרות האחרונות לפני הכשל הם כל העניין" יש בעיות משמעותיות. לעומת זאת הגרסה "המעודנת" של הרעיון, היא מובנת ונכונה:

כדי למקסם את ההיפרטרופיה, יש צורך ודאי בהגעה קרוב לכשל.

סינתזת חלבון והיפרטרופיה בתאי שריר: היבטים מולקולריים ויישומיים



איתי גולדפרב

פיזיולוג מאמץ M.Sc, דוקטורנט במכון למחקר רפואי (FMRC), הפקולטה לרפואה - אוניברסיטת תל אביב

מסת השריר, הכוח וצפיפות העצם פוחתים עם הגיל

תהליך ההזדקנות

ירידה של 2%-3% מדי שנה לאחר גיל 50.

ירידה של כ-30% בחתך רוחב השריר.

ירידה של כ-40% בכוח השריר.

הירידה חדה במיוחד במקרים בהם אורח החיים לא כולל פעילות של תרגילי התנגדות ושיווי משקל.

80% מהחולים נפטרים תוך שנה כתוצאה מאיבוד מסת הגוף, על רקע מחלת הסרטן, Cachexia (מוות בגלל השלכות של המחלה).

נרצה ללמוד אודות ההיבטים המולקולריים והיישומיים של התופעה: מה קורה בתוך התא? כיצד ניתן לאורך השנים לדחות את סף המגבלה הסיעודית - התפקודית הנלווית לתופעה זו?

האפיגנטיקה של מאמץ ואימון גופני

אימוני התנגדות יוצרים מספר מנגנונים:

עלייה במסת השריר - ביטוי מוגבר של סינתזת חלבון במסלול **IGF-1 – AKT – mTOR (PGC-1 α 4)**

אימון התנגדות משפיע ישירות על עלייה במסת השריר ועל סינתזת חלבון – מבוסס על הורמוני גדילה.

עיכוב דלדול מסת השריר - ביטוי מיטוכונדריאלי מוגבר, ירידה בפקטורי פירוק **PGC-1 α** , דיכוי פקטורי פירוק.

הפחתת תהליכי דלקת - עיכוב ציטוקינים דלקתיים, עיכוב רדיקאליים חופשיים **עיכוב מיוסטטין, NF-kB, FOXO**

הגברת אחיוי תאי שריר - שמירה על עתודת תאי הלווין - **Satellite Cells** ואף הגדלתה.

תוחלת חיים וביצועים ספורטיביים קשורים באימוני התנגדות ובשמירה על מסת שריר.

"האדם נועד לנוע" – חוסר תנועה גורם לפירוק שריר מוגבר.

14 שבועות ללא תנועה – גידול בתהליכי פירוק שריר, פגיעה במערכת היחסים בין בנייה ופירוק.

עם החזרה לפעילות נראה שיפור בפרמטרים שונים ועלייה ביכולת.

עלייה במספר הסרקומרים בתאי שריר שלד

ניוון שרירים, זקנה (Aging), סרקופניה, חוסר אימונים, עודף יושבנות

לסינתזת חלבון מיטבית - אימוני התנגדות ואכילת חלבון

סינתזת חלבון מיטבית תלויה במזון

סף הלאוצין

20 גרם חלבון לכל הפחות במנה.

1.6 גרם עד ל-2.2 גרם חלבון למשקל גוף (0.6 גרם חלבון לק"ג מסת גוף רזה בארוחה)

אימוני התנגדות מגבירים את סינתזת החלבון כתגובה לנזק שריר

סינתזת חלבון מיופברילית עולה משמעותית לאחר שבוע ראשון של אימון התנגדות ופוחתת בשבוע השלישי, אך נשמרת מאוזנת במהלך 10 שבועות אימון ותורמת משמעותית לעלייה בחתך רוחב השריר!

אימוני התנגדות הכרחיים לשמירת רמות סינתזת החלבון ואף להגברתם. אימוני ההתנגדות חשובים גם לבריאות שרירי השלד ולתפקודם - בעיקר בעידן השפע ועודף היושבנות!

סינתזת החלבון גבוהה יותר לאחר אימון כוח בודד, אך פוחתת כתגובה לסדרת אימונים ודורשת התמדה לאורך זמן. **נזקי השריר פוחתים** כתוצאה מהסתגלות רקמות החיבור למאמץ ומהגברת תהליכי רה-הגנרציה בשריר, לרבות הפחתת התגובה הדלקתית לנזק מכני בתאי השריר. זהו גם ביטוי חיובי של תהליכי הסתגלות הגוף לאימון. **תהליכי היפרטרופיה המתבטאים** בעלייה בחתך רוחב השריר ובפיתוח כוח ותפקודם של שרירי השלד, דורשים התמדה באימונים ואינם מתרחשים בגירויים חד פעמיים. המיצוי המלא תלוי בסוג המאמץ ובאימון, במתח המכני הפועל על השרירים ובשפעול תהליכי האיחוי והתיקון של רקמות השריר.

עדיפות עליונה לתדירות אימונים גבוהה ולנפח אימונים מותאם בשבוע!

היפרטרופיה שרירית לאחר 3 שבועות של אימון כוח עצים

נצפה קשר ישיר לגיוס יחידות מוטוריות: ככל שעובר הזמן יש מדד לכוח איזומטרי מקסימלי.

מאמץ ואימון כוח תורמים לביטוי מוגבר של תאי הלוויין

כיום מבינים שתאי הלוויין הם חלק קריטי בתהליך.

אימון כוח תורם לעלייה בביטוי של mTORC1 גם בקשישים

- סינתזת החלבון עולה באופן יחסי לאימוני הכוח בקרב מבוגרים וצעירים כאחד. ההשפעה נשמרת למשך 24-48 שעות.
- גם ספורטאי מאסטרס חייבים אימון התנגדות כפעמיים בשבוע.

אימוני התנגדות מגבירים סינתזת חלבון כתגובה לנזק בשריר

- **שבועיים של אימוני כוח** תרמו לעלייה סינתזת חלבון בקרב צעירים ומבוגרים באופן משמעותי.
- **סינתזת החלבון הייתה נמוכה יותר בקרב מבוגרים** בגילים 78-84 בהשוואה לצעירים בטווח הגילים 23-32 שנים.
- **ביטוי מוגבר לעלייה בסינתזת חלבון** הודגמה גם בקרב מבוגרים מעל לגיל 78 הסובלים מסרקופניה, כבר לאחר שבועיים של אימוני כוח עצימים!

סינתזת החלבון נותרת גבוהה לאורך זמן בקרב לא מאומנים

סינתזת חלבון מגיעה לשיאה בטווח של 6 שעות מתום המאמץ ונותרת גבוהה לאורך זמן בקרב לא מאומנים בהשוואה למאומנים.

למטרות היפרטרופיה שרירית יש צורך בהתמדה ובתכנון מותאם של תדירות האימונים ונפחם מדי שבוע

סינתזת החלבון והעלייה במסת השריר תלויות בעייפות ולא במשקל העבודה

הגעה לעייפות ו/או לכישלון שריר תורמת לרמת סינתזת חלבון שווה ולעלייה זהה במסת השריר.

המלצה ליישום: עיקרון הספציפיות – למטרות כוח מרבי נדרשת עצימות גבוהה (~90%)

נפח אימון גבוה משפיע משמעותית על היפרטרופיה.

נפח אימון של מעל ל-9 סטים תרם משמעותית לתהליכי היפרטרופיה ולעלייה במסת השריר.

המלצה ליישום: שמירה על נפח מינימלי של 4-6 סטים לכל קבוצת שריר.

למטרות היפרטרופיה קיימת חשיבות עליונה לתדירות האימונים.

המלצה ליישום:

• **תדירות אימונים גבוהה:** לפחות 3 אימונים בשבוע לכל קבוצת שריר תתרום משמעותית לעלייה בתהליכי

היפרטרופיה ומהווה חלק מההמלצות העדכניות בתחום.

• התדירות המינימלית לגירוי חיובי היא 2 אימונים בשבוע לפחות לכל קבוצת שריר עם הכוונה לעד כ-4 אימונים

בשבוע לכל קבוצת שריר (Full BodyX4)!

• **הגדלת התדירות על חשבון נפח האימון** נמצאה כבעלת יתרון למטרות היפרטרופיה!

• למטרות היפרטרופיה - **סטים מרובים עדיפים על סט בודד** (סינתזת חלבון ומסת שריר).

תדירות האימון ונפחו הם המשתנים המרכזיים בהיפרטרופיה

• שני הפרוטוקולים תרמו לעלייה במסת השריר ולשיפור בכוח.

• נמצאה ירידה משמעותית במסת השומן (ובאחוז השומן) באימון הגוף כולו במשך 3 פעמים בשבוע וכן ברמות הקורטיזול.

• העובדה שחל שיפור זהה בכוח, מעידה על תרומה ישירה של נפח האימונים - כמפתח להצלחה בהיפרטרופיה בספורטאים.

• חוסר התאמה בין תדירות האימונים לנפחם: תדירות אימונים גבוהה הכרחית לביטוי אופטימלי של מסת השריר (היפרטרופיה).

סיכום ותובנות למטרות היפרטרופיה, תפקוד ובריאות האדם

• סינתזת חלבון מוגברת בעלת השפעה עד כ-48 שעות לאחר אימון התנגדות, תוך עיכוב תהליכי פירוק שריר. בכך היא תורמת למאזן חנקן חיובי המוביל להיפרטרופיה של שרירי השלד.

• הגברת העומס המכני כתלות באימון, קרי תוספת משקל עבודה בסט נתון, תורמת משמעותית ליכולת הסתגלות המערכת העצבית – שרירית, ההורמונלית והחיסונית למאמץ. אימון כנגד עומס מרבי יתרום ישירות לפיתוח הכוח המרבי החיוני לחיים ולספורט!

• ביצוע מספר רב של חזרות בסט עד לכישלון, תורם לפיתוח סיבולת השריר ולהסתגלות תאי השריר לעייפות, אך אינו הכרחי להיפרטרופיה באימון עצים (כבד). ביצוע מספר רב של חזרות נדרש, לטובת ביטוי זהה, כאשר עצימות האימון מתונה (סיבולת שריר, 30-40 חזרות בסט). כמו כן, הגעה לכשל תלויה באדם ובמצב בריאותו ודורשת ניסיון קודם באימוני התנגדות (אימוני כוח).

עלייה במסת השריר (היפרטרופיה) תלויה בארבעה מרכיבים חיוניים:

1. אימוני התנגדות בתדירות גבוהה (3-4 בשבוע) בנפח מותאם (4-6 או +9 סטים)

2. תזונה מאוזנת איכותית הכוללת לפחות 1.6-2.2 גרם חלבון לק"ג משקל גוף.

3. ההמלצה: שילוב פעילות אירובית מותאמת, 3 יחידות אימון בשבוע, בדופק מטרה של 75%-85% כ-20 דקות (באימון

אירובי עצים) עד כ-40 דקות של אימון מתון. היעד הכללי באוכלוסייה - לפחות 150 דקות בשבוע בעצימות מתונה או

לפחות 75 דקות בשבוע - בעצימות גבוהה. אם מטרת האימון היא לפתח יכולת אירובית ספורטיבית (תחרותית) נדרשים

יותר אימונים ובתדירות ובעצימות גבוהות יותר, תוך הקפדה על 2-3 אימוני כוח קבועים מדי שבוע, לאימון כל שרירי

הגוף.

4. זמני התאוששות נאותים: לפחות 48 שעות מנוחה בין יחידות האימון לאותן קבוצות שרירים, ושינה איכותית של 8.5

שעות בממוצע בלילה.



פרופ' יובל חלד

פירוק שריר או תמס שריר (רבדומיוליזיס) היא תסמונת הכוללת הרס נרחב של תאי שריר. הפגיעה המורכבת בתאי השריר מתבטאת, בעיקר בהרס מעטפת התאים ודליפת תכולתם אל הדם – לרבות חלבונים ואלקטרוליטים. אלה עלולים לגרום לנזקים מערכתיים דוגמת אי ספיקת כליות, הפרעות בקצב הלב או לתופעה המכונה "תסמונת המדור", המתאפיינת בנפיחות האיבר ובלחץ מסוכן על כלי הדם, העלול לגרום לנמק.

הגורמים לתמס שריר הם רבים וכוללים פגיעה מכנית חיצונית, פגיעות חום וקור או הפרעות מטבוליות הנגרמות משימוש בתרופות ובסמים ו/או מזיהומים. גורם אפשרי נוסף הוא ביצוע מאמץ גופני בתנאי חום. ההתייבשות עלולה להפחית את יעילות הכליה, לפגוע במטבוליזם של השרירים הפעילים ובכך לגרום למחסור באספקת אנרגייה במהלך אימונים קשים וממושכים. למעשה, כמעט ברוב המוחלט של המקרים הבעיה תנבע ממאמץ שאינו מוכר לגוף באופיו או בעצימותו.

לרוב, מדובר במאמצים הכוללים כיווצי שריר מרובים, חוזרים ועצימים, כנגד התנגדות בינונית עד גבוהה, לעיתים עד לכשל שרירי, עם מרכיב אקסצנטרי משמעותי (גורם להתארכות השריר). דוגמאות ניתן למצוא בספרות הרפואית באימוני מאוצים (ספרינטים) חוזרים, אימוני קרוס פיט עצימים וכן לאחר הפעלת שריר אקסצנטרית חוזרת בה המתאמן אינו מורגל (למשל, ירידה איטית מאוד לאחר עליית מתח). חשוב להדגיש שלכל אחד מסוגי האימון שתוארו לעיל קיימים יתרונות פיזיולוגיים רבים, אך הם בבחינת סיכון למי שלא מורגל להם.

בין התסמינים לפירוק שריר קשה, ניתן למנות כאבי שרירים מאוחרים קשים, שתן כהה מאוד או חוסר השתנה מוחלט המעידים על פגיעה בכליות. במקרים אלו, הטיפול חייב להתבצע במרכז רפואי באופן דחוף. לאחר ההתאוששות, החזרה לאימונים אפשרית רק לאחר בירור רפואי ושליטת הסיכון לפגיעה חוזרת על רקע מועדות גנטית או מטבולית של השריר.

השפעת אימונים המשלבים כוח ואירובי על יכולת השריר לגדול



M.P.H. איהאב איוב

מנהל המחלקה להכשרת מדריכים בספורט ותנועה, ראש תחום מדעי הכושר הגופני, בביה"ס למאמנים של מכון וינגייט

אימונים משולבים – הכוונה לשילוב של אימוני התנגדות ואימוני סיבולת בתוכנית האימונים.
אימון מבוסס על עקרונות הספציפיות: התאמות ספציפיות לדרישות שהוטלו.

כאשר קיימים יעדים מנוגדים נוצרת בעיה.

מדוע פעילות אירובית עלולה להפריע להיפרטרופיה שרירית, כוח וכוח מתפרץ?
אפקט הפרעה – ככל שנתקדם ברמת היכולת, כך יגדל הפער בין מתאמן המבצע אימון משולב (אימון אירובי ואימון כוח) לבין מתאמן המבצע אימון כוח בלבד.

עלינו להבין את ההתאמות הסותרות כדי למזער את ההפרעה של אימוני אירובי והתנגדות

התאמות כוח	התאמות סיבולת	
שטח חתך שרירי וייצור כוח	work economy, דופק מנוחה, סף אזור, VO2Max	מדדי ביצועים ראשוניים שמשתפרים
Myofiber disruption	Substrate depletion	מנגנון ראשוני
mTOR	AMPK	מסלולי תעתיק גנים ראשוניים יופעלו
Myofibers	מיטוכונדריה, ציטופלזמה	חלבונים ראשוניים מסונתזים
עלייה בקצב פיתוח הכוח	קצב פיתוח כוח איטי	Neuromuscular Adaptations

אימונים אירוביים יגרמו להמרת הסיבים הלבנים רחוק מ-Type II

ההבדל בין אימון כוח לבין אימון משולב – כוח ואירובי
יתרון לאימון משולב:

- עלייה משמעותית בצח"מ
- ירידה באחוזי שומן

מבחינת הכוח המתפרץ וההסתגלות הנוירולוגית:

כוח מתפרץ:

- מספר יחידות מוטוריות מגויסות (recruitment)
- קצב הגיוס (rate coding)

שילוב יחידות אימון אירובי באימון כוח מתפרץ, ייצור הפרעה ולכן יש להפריד בין אימון אירובי לבין אימון כוח מתפרץ.

אימוני כוח ואימוני סיבולת מפעילים מסלולי איתות גנים שונים היוצרים התאמות שונות.

- חלבון קינאז Akt (PKB) משפר את הסינתזה במיופברילה.
- חלבון AMPK מגביר את החלבון המיטוכונדריאלי, הובלת גלוקוז, וכן מספר גורמים נוספים הגורמים לשיפור רמת הסיבולת האירובית.

אימון אירובי לעומת אימון כוח

אימון אירובי גורם לעלייה קטנה מאוד במסת שריר בקרב הלא מאומנים ללא תלות ב-mTORC1. כמו כן, גם אימון כוח גורם לעלייה קטנה במטבוליזם האירובי בקרב הלא מאומנים.

התאמות בשרירי השלד במאומנים לעומת לא מאומנים

האם ניתן להשיג עלייה בגודל השריר לאחר אימוני סיבולת בקרב מתחילים?

סביר להניח כי תגובת גופם של מי שלא היו פעילים קודם והתחילו בתוכנית אימונים המשלבת כוח וסיבולת, תהיה מקדמת.

אצל מאומנים נמצא כי אימוני התנגדות לא יפגעו בהמשך פיתוח המטבוליזם החמצוני והסיבולת, אולם אימוני סיבולת יפגעו בעלייה בהיפרטרופיה ובכוח כשהאימונים מקבילים.

משתנים מולקולריים פוטנציאליים שיסבירו את השפעת ההפרעה

- תאי לווין – תאי גזע הממוקמים בשריר השלד. כשהשריר צריך לגדול בזמן התפתחות או בעקבות הרס, תבוא לידי ביטוי יכולת החלוקה וההתמיינות של תאים אלו. נשאלת השאלה האם בעקבות יכולת זו יתקבלו סיבי שריר חדשים או שהתאים מתמזגים עם סיבים קיימים?
- AMPK - חלבון מסוג קינאז בעל תפקיד בהומיאוסטאזיס האנרגטי של התא. בתפקידו כחיישן מטבולי בשרירי השלד, הוא מעכב גידול של תאי שריר בתגובה לאימון משולב או באימון אירובי שלאחריו אימון כוח, על ידי הפרעה למנגנון הפרשת חלבון ה-mTOR.
- mTOR - הוא חלבון, המסדיר את המטבוליזם, את המיטוזה (התחלקות) ואת הגידול בנפח התא הביולוגי על ידי עידוד בניית חלבונים במיופברילה.

הועלתה הסברה כי השינוי בתגובת תאי הלווין לביצוע אימון משולב אירובי וכוח תורמת לאפקט ההפרעה.

הבסיס המולקולרי של אימוני התנגדות

אימון התנגדות משפר ספיגתן של חומצות אמינו מהדם אל השריר המשפיעה על סינתזת החלבון ובסופו של תהליך מורכב - על היפרטרופיה של השריר. באופן ספציפי, רמות הלאוצין והגלוטמין עולות בשריר פעיל.

כאשר לאוצין נכנסת לשריר הוא פועל להפעלת סינתזת חלבון, במידה רבה, באמצעות יכולתו להפעיל mTORC1.

לעומת זאת, אימוני סיבולת מתאפיינים בדרך כלל בעוצמת כיווץ שרירי נמוכה יותר ולאורך זמן, המפעילה עומס מכני מופחת על סיבי השריר הפעילים. עובדה זו מציבה אתגר מטבולי משמעותי בסביבת השריר, המלווה בשינויים בריכוזים תוך תאיים של Ca^{2+} , לקטט, AMP (אדנוזין טריפוספט) ו-NADH. לתהליך זה נלווים לשינויים תוך תאיים דוגמת עלייה בהפרשת חלבוני ה-AMPK ו-CaMKII, ו-PGC-1 α המעודדת בניית חלבונים מיטוכונדריאליים וביצוע התאמות נלוות אחרות, המשפרות את המטבוליזם האירובי (כמו צפיפות נימים ויכולת ספיגת החמצן במיטוכונדריה).

גורמי ההפרעה

- אימון אירובי המבוצע לפני אימון כוח.
- עייפות עצבית, ירידה בכוח השרירים הפעילים.
- ירידה במאגרי האנרגיה.
- עלייה ב-ADP ובלקטט.

אז מה הפתרון?

אימונים משולבים

- הפרעה: היפרטרופיה, כוח וכוח מתפרץ.
- יתרונות: אובדן שומן, שיפור צח"מ ושיפור קצב חילוף החומרים הבסיסי.

המלצות לאימון אירובי

- סוג הפעילות: ריצה, הליכה, רכיבה על אופניים וכו'
- משך הזמן
- עצימות האימון
- התאוששות

ב"שורה תחתונה" – אימון אירובי מפריע למי שמעוניין לפתח מסת שריר.

רכיבה על אופניים מזיקה לביצועי רקמת שריר פחות מאשר ריצה

- סיבה 1:
הביומכניקה של רכיבה על אופניים דומה יותר לסקוואט ולחץ רגליים מאשר לזו של ריצה ← אפקט הפרעה נמוך.
- סיבה 2:
ריצה (עומס אקסצנטרי) גורמת נזק רב יותר מאשר רכיבה על אופניים מה שמוביל לסבירות גבוהה יותר של אימוני יתר ← אפקט הפרעה גבוה.

מטה-אנליזה: סוג הפעילות האירובית ואפקט ההשפעה

אימוני התנגדות בשילוב אימוני ריצה אך לא בשילוב עם אימוני רכיבת אופניים הביאו לירידה משמעותית גם בהיפרטרופיה וגם בכוח. סוג האימוני עלול להשפיע גם על גודל גורם ההפרעה: נראה כי ריצה תשפיע לרעה על התפתחות הכוח יותר מאשר אימוני רכיבת אופניים. ההשערה היא (עפ"י Wilson et al. 2012) כי הגורם לכך הוא המרכיב האקסצנטרי של הריצה והנזק המשולב לשריר.

אפשרות טובה: אופניים כפולים העובדים על פלג גוף עליון ופלג גוף תחתון

לדוגמה שני מחקרים נפרדים שבוצעו בנושא: McCarthy ועמיתיהם הראו כי רכיבה על אופניים במשך 3 ימים בשבוע למשך 50 דקות ב-70% VO2 max לא הספיקה כדי לפגוע בכוח או בהיפרטרופיה כתוצאה מאימוני כוח במקביל. יתרה מזאת, הם הראו כי רכיבה על אופניים במשך 30 דקות פעמיים בשבוע, מתחת לסף האנאירובי לא הספיקה כדי לפגוע בכוח או במסה הרזה בקרב נשים בגיל העמידה או בקרב גברים זקנים.

נפח אימוני סיבולת

נפח אופטימלי 20 עד 30 דקות יפגע פחות בהיפרטרופיה, בכוח ובכוח במתפרץ. ככל שמשך אימוני הסיבולת ארוך יותר, כך אפקט ההפרעה יהיה גדול יותר.

אורך התאוששות לאחר אימוני אירובי

התאוששות אופטימלית בין אימוני אירובי לאימוני כוח 6-24 שעות. זמן זה מספיק בכדי לבטל את אפקט ההפרעה.

עצימות אימוני הסיבולת HIIT vs LISS

- אימוני סיבולת בעצימות גבוהה (HIIT) עשוי להחמיר הפרעות מולקולריות חריפות שליליות (AMPK) בהשוואה לתרגיל סיבולת בעצימות נמוכה.
- דלדול מאגרי גליקוגן, עייפות עצבית שרירית גבוהה.
- שיקול נוסף לצד השפעתו השלילית של אימוני HIT על ייצור כוח, כוח מתפרץ והיפרטרופיה, לצד החשיבות של HIT לביצועים ספורטיביים.

מה באשר להליכה?

עצימות נמוכה שאינה מספיקה להסתגלות לב וכלי דם ולכן לא נגרם אפקט ההפרעה.

כמה עובדות על ה-HIIT

- הרעיון ש HIIT דומה לאימוני ספרינט הוא מוטעה ביותר.
- תרגילי האימונים של ספרינטרים ברמת העילית דומים לאלו של ספורטאי כוח והספק כמו מרימי משקולות אולימפיים ו- powerlifters - אימונים קצרים בעצימות גבוהה ואחריה תקופות מנוחה ארוכות.
- משך המנוחה היחסי של הספרינטר הוא מעל לפי 60 מזה של האדם שמבצע HIIT. מכיוון שיש הבדל עצום בדרישות השרירים והמטבוליזם, לא ניתן להשוות בין מתאמן HIIT לבין ספרינטר אולימפי.
- מתאמן HIIT לא מתאמן כמו ספרינטר אלא כמו כדורגלן

(WOOD KM et al., 2015)

מדגישים מערכת אנרגייה הדומה לאימון כוח

• ATP-PCr

• גליקוליזה

התאמות נזיר-שריריות דומות

• ברמת הסינכרוניזציה עצבית שרירית.

• בגיוס יחידות מוטוריות מהירות.

המלצות פרקטיות:

- פעילות אירובית < במהלך 30 דקות עלולה לפגוע בעלייה בהיפרטרופיה, בכוח ובכוח מתפרץ.
- ספרינטים והליכה אינם מזיקים.
- שיקול נוסף: שרירים מעורבים באימון אירובי לעומת כוח (Kikuchi et al. (2016
- התאוששות: 6-24 שעות.
- מומלץ לבצע אימון אירובי מוקדם במהלך היום - כך שפעילות AMPK תוכל לחזור לרמות הבסיס, לפני ביצוע תרגילי התנגדות.
- ניתן לשמור על פעילות mTORC1 למשך 18 שעות לפחות לאחר אימון התנגדות (Coyle & Holloszy JO, 1984)
- EF ובמחקרים אחרים, במשך 24-72 שעות.
- עצימות האימון האירובי באימון משולב עד ל"מצב יציב".
- לקשישים מומלץ לבצע אימוני התנגדות לפני ביצוע אימוני סיבולת לצורך הגברת ההתאמות הנזיר-שריריות.



מעקב ובקרה אחר ספורטאים בתקופת ההכנה לעונת התחרויות

ד"ר איניגו מוחיקה

- רמת החומצה הלקטית נבדקת עפ"י דרישות המאמנים על בסיס יומיומי.
- מדי יום הופקה טבלת התקדמות: סטורציה, קצב לב, גרביטציה בדם, מסת גוף.
- משמעותו של שינוי אינה בהכרח שעל הספורטאי לנוח, אלא שנצטרך להיות ערניים לעובדה שמשהו מתרחש. הצורך בשתייה מרובה במהלך מחנה האימונים הודגש שוב והובהר לספורטאים.
- החשוב להתמקד בתמונה הרחבה ולא להתייחס רק למדד אחד.
 - כשנצפה מדד חריג אחד ביחס לשאר המדדים התקינים – אין צורך להילחץ, זה עשוי לנבוע מתוך מצב גופני שונה אך עדיין תקין, למשל טרום ווסת אצל בנות.
 - ירידה באיכות השינה יכולה לגרום לשינוי במדדים, מה שמראה על צורך במנוחה (גם חלום רע יכול להפריע לאיכות שינה, הגורם הפוגם באיכות השינה אינו קריטי בהכרח).
 - צריך לבחון את התנהגות הספורטאי – מצב רוח למשל.
- יש חשיבות למה שקורה במהלך האימון בדיוק כמו למה שקורה מחוץ לאימון.
- כמדעני ספורט חשוב להבין את תגובות הספורטאי לאימונים - ומכאן הקשר גם למצב הרוח שלו.
- בסופו של יום, מטרת המעקב היא לקבל החלטות לגבי האימון - החלטות המבוססות על אימונים.

קבלת החלטה בזמן אימון:

טריאתלטית המתגוררת באזור בגובה פני הים מתכוננת לקראת תחרות הנערכת:

- באזור גבוה.
 - 7 שעות הפרש בין הבית לבין מקום התחרות.
- היה צורך בהסתגלות לגובה, לאקלים ולשינוי השעות.

בוצע אימון הסתגלות באוהל היפוקסי, אקלימיזציה בבית ואימוני גובה במקום התחרות - כל זאת על מנת להסתגל לתנאי מקום התחרות - לגובה ולאקלים.

כמו כן, בוצעה מדידת סטורציה וקצב לב באופן יומיומי על מנת לדעת לתכנן את האימונים מדי יום.

- התחרות התנהלה כמצופה.
- קבלת ההחלטות התבססה על נתונים אובייקטיביים וסובייקטיביים שנערכו ונמדדו מדי יום.
- מעבר לסמנים הביוכימיים והניתוח ההורמונלי, כל שאר המדידות יכולות להתבצע באופן קל וידידותי.
- התנאים למעקב אחר סמנים: צריך להיות קל לשימוש, יעיל לדיווח, תוצאות המתורגמות לנתונים פשוטים כמו שינוי באחוזים וכו'. צריך להתאים את המדדים לענפי ספורט שונים.
- צריך לבדוק גם היבטים מנטליים של כל הנבחרת ושל כל ספורטאי באופן אישי.

בסופו של דבר המאמן מחפש מידע פשוט:

- סוג האימון
- משך האימון
- דירוג המאמץ
- מידע עקבי ביומן הספורטאי
- גישה זריזה ומידע מתומצת עבור כל ספורטאי

אפשר להסתמך גם על סמנים סובייקטיביים המספקים מידע על הסתגלות הספורטאים.

מדדים אובייקטיביים משתנים בהתאם לשינויים ברווחת הספורטאים.

הספורטאים זקוקים למשוב וצריך להתאים את האימונים למידע שמקבלים מהספורטאי.

שתי גישות כמאמנים למעקב אחר ספורטאי צמרת:

1. מתרגל זריז – מאמן מהיר
קבלת החלטות על בסיס יומיומי.
2. המאמן החוקר – מדע הספורט
מאמן המנתח נתונים ועושה סטטיסטיקות.

ככל שאנו טכנולוגיים יותר, כך יש יותר 'רעב' לאינטראקציה חברתית.

טכנולוגיה ונתונים חשובים ועלינו לאמץ אותם, אולם אל לנו להתבלבל:

טכנולוגיה ומדע אינם מחליפים אנשים. צריך למצוא את זמן להקדיש לספורטאי כי תקשורת בין אישית היא המפתח ולא העברת נתונים.



M.Sc. Nutrition, RD' בן-אל ברקוביץ'
תזונאי ספורט

מה היא התייבשות?

התייבשות היא מונח המשקף, בדרך כלל, אובדן נוזלים בגוף וקשור לביצועים ספורטיביים לקויים, למחלות חום, להתכווצויות שרירי שלד ולאי ספיקת כליות חריפה אצל ספורטאים.

הידרציה – מצב הנוזלים ברגע נתון.

שתייה – משפיעה על מצב הנוזלים.

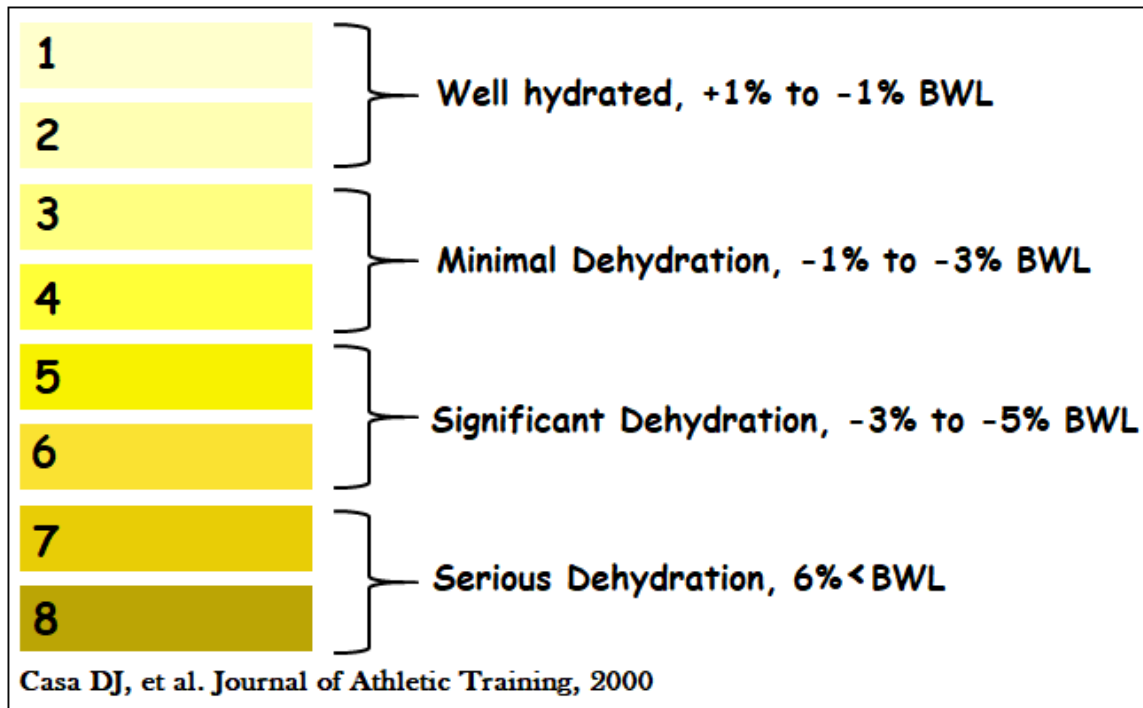
על-פי מחקרים המשתמשים במדידות לא פולשניות (אוסמליות בשתן ומשקל) ספורטאים צריכים לשתות מעבר לסף הפיזיולוגי של הצמא.

מדידת התייבשות ע"י: בדיקת דם, משקל גוף, מצב השתן.

פרמטרים לאומדן התייבשות			
Condition	% Body weight change*	Urine color	USG
Well hydrated	+1 to -1	1 or 2	<1.010
Minimal dehydration	-1 to -3	3 or 4	1.010 -1.020
Significant dehydration	-3 to -5	5 or 6	1.021 – 1.030
Serious dehydration	>5	>6	>1.030

*%Body weight change = [(pre-exercise body weight – postexercise body weight)/pre-exercise body weight] x 100.

ככל שהשתן צלול פחות, כך יראה הדבר על התייבשות



השפעות ההתייבשות

- ירידה בתפקוד הקוגניטיבי
- ירידה ביכולות במטלות הדורשות תשומת לב
- ירידה בקואורדינציה בביצועים ספורטיביים
- ירידה ב-executive function (ירידה בתפקודים קוגניטיביים)

השפעת איבוד הנוזלים באחוזים ממשקל הגוף

- 1% אובדן משקל גוף - תחושת צמא
- 2% אובדן משקל גוף - התגברות הצמא, תחושת ערפול, איבוד תיאבון
- 3% אובדן משקל גוף - ירידה בנפח הדם, ביצועים גופניים לקויים
- 4% אובדן משקל גוף - עלייה במאמץ בעת ביצועים גופניים, בחילה
- 5% אובדן משקל גוף - בעיה בריכוז
- 6% אובדן משקל גוף – בעיה בוויסות טמפרטורת הגוף
- 8% אובדן משקל גוף – סחרחורת, נשימה עמוקה בזמן תרגול, עלייה בחולשה
- 10% אובדן משקל גוף – עווית (ספאזם) שרירי, הזיות
- 11% אובדן משקל גוף – חוסר יכולת של זרימת דם תקינה בגלל נפח דם נמוך, אי ספיקת כליות

למה שנחשוד בהתייבשות?

רוב הספורטאים לא שותים מספיק ובטח שאינם שותים בהתאם להמלצות. לעומת זאת, נמצא כי ילדים בכיתות ז'–י"ב שותים בממוצע 8 כוסות ליום.

הסיכון להתייבשות בענפי הספורט השונים

במחקר שנעשה ע"י Nuccio et al. Sports med. 2017 נמצא כי הסיכון הגבוה ביותר להתייבשות נמצא דווקא בקרב בענפי הכדורגל והרוגבי, ואילו הסיכון הנמוך ביותר להתייבשות הוא בענפי הכדורסל, כדורשת חופים והכדור מים.

ספורטאי האקדמיה למצוינות במכון וינגייט

נבחנו ספורטאים מ-6 ענפים: כדורסל, כדורמים, כדוריד, כדורעף, שחייה ורוגבי

75 ספורטאים – גילאי 13-18

33 בנות

42 בנים

בדיקה והתערבות

אימונים

- שקילה לפני אימון ולאחריו.
- בדיקת בקבוק השתייה ושקילתו.
- חישוב קצב ההזעה.
- בדיקת USG.
- הרצאה בנושא נוזלים.

חדר אוכל

- שילוט המזכיר לקחת בקבוק מים לבית הספר.
- הוספת עמדת שתייה בזמן הארוחות.

מגורים + טלפון נייד

- שליחת מסרונים ותזכורות לנייד.
- תליית שלט במגורים.



 **You're not you when you're dehydrated**
מחסור בנוזלים עלול לגרוע מיכולת ביצוע המאמץ שלך

צבע השתן שקוף? אתה שותה מצוין, המשך כך!
שתייה מספקת חשובה לשמירה על הבריאות ולתפקוד ספורטיבי מיטבי. 

צבע השתן צהבהב? אתה מתחיל להתייבש, שתה מים!
כאשר מתחילים להתייבש נתחיל לחוש תחושת צמא, אם לא נקפיד להרוות את הגוף במים התפקוד שלנו ירד. 

צבע השתן צהוב? אתה מיובש, שתה מים!
כשאנו מיובשים נפגעת היכולת הספורטיבית והמנטלית שלנו, לרוב נחוש סחרחורת, בחילה וכאבי ראש. 

צבע השתן כתום? אתה מיובש מאוד, שתה מים והמנע מהזעה!
כשאנו מיובשים נפגעת היכולת הגופנית, יכולת הריכוז ויכולת יסות חום הגוף. שב במקום קריר ומוצל ושתה! 

יש לזכור! לאחר אימון במים צבע השתן עשוי להיות שקוף גם אם אנו מיובשים!
אנות מדור תזונה, המרכז לרפואת ספורט ומחקר

נקודות למחשבה

- מרבית הספורטאים מגיעים מיובשים ואפילו מיובשים מאוד לאימון.
- לא כל הספורטאים מגיעים לאימון עם בקבוק מים.
- הפסקות שתייה קצובות בזמן האימון מגבירות את הסיכון להתייבשות.
- התערבות בת שבוע עשויה להוביל לשיפור בצריכת הנוזלים וב-USG.

תוכניות עתידיות להתערבות בנושא נוזלים

- תחימת משך ההתערבות.
- מדידות USG 2-3 פעמים בשנה (שימוש ברפרקטומטר).
- שאלוני עמדות לספורטאים בתחילת ההתערבות ובסופה.
- שקילה במהלך האימונים.
- שליחת מסרונים בתדירות גבוהה
- ניסיון לניטור רציף של צריכת הנוזלים.

ספורטאי האקדמיה מיובשים! במיוחד במקצועות השחייה, הכדור מים והטריאתלון.



פעילות ספורטיבית בילדים עם מחלות כרוניות

פרופ' גל דובנוב-רז, מנהל מרפאת ספורט, המרכז הרפואי שיבא, תל השומר
 יו"ר הוועדה הרפואית, הוועד האולימפי בישראל

יתרונות פעילות גופנית בקרב ילדים ונוער

- שיפור היכולת האירובית
- עלייה בסיכוי להיות מבוגר פעיל
- שיפור התפקוד החברתי ותחושת הרווחה
- שיפור מצב הרוח והדימוי העצמי
- שיפור היכולת המוחית והאקדמית
- הגדלת צפיפות העצם
- גידול העצם
- שיפור הפרופיל המטבולי
- הפחתת הסיכון להשמנה בעתיד
- הפחתת כמות השומן בגוף
- שיפור בכוח
- הגברת מסת השריר

פעילות גופנית בנוכחות מחלות רקע

לילדים עם מחלות כרוניות	יתרונות
<ul style="list-style-type: none"> • אחוזי שומן גבוהים • ↑ גורמי סיכון למחלות לב וכלי דם • מסת עצם ירודה • כושר גופני ירוד • מצב רוח ירוד, פגיעה בדימוי הגוף, איכות חיים; חרדה, דיכאון • היעדרות מבי"ס ופגיעה בהישגים האקדמיים 	<ul style="list-style-type: none"> • הרכב גוף בריא יותר • הפחתת גורמי סיכון למחלות לב וכלי דם • מסת עצם גבוהה יותר • כושר גופני טוב יותר • מצב רוח טוב יותר, שיפור דימוי הגוף, שיפור איכות החיים; פחות חרדה, פחות דיכאון • הישגים אקדמיים גבוהים יותר

- פעילות גופנית בקרב ילדים עם מחלות כרוניות יכולה להיטיב עם כל ה"מעטפת" שהם נושאים עימם, בנוסף לאיזון המחלה ולשיפור פעילות האיבר הפגוע.
- מרשם מותאם לפעילות גופנית יאפשר את קצירת היתרונות של הפעילות הגופנית, תוך צמצום הסיכונים הבודדים הקיימים, פה ושם.
- **מתן מרשם פעילות גופנית לילדים עם מחלות כרוניות מחייב התאמה אישית - כמו כל טיפול רפואי אחר שניתן להם!**
- במתן המרשם יש להתחשב בהעדפת הילד, בהמלצות הקליניות ובמגבלות המחלה, אם ישנן.
- ברוב המצבים הכרוניים יש לעודד השתתפות של ילדים ומתבגרים בפעילות גופנית. לרוב, החלטות לגבי השתתפות בספורט תחרותי או מאומץ יותר הן מורכבות. כך או כך, שיקול הדעת של הרופא המטפל, חיוני ביישום ההמלצות לפעילות גופנית באופן פרטני וספציפי לכל מטופל.
- ברוב מצבי המחלה בילדים אין איסור לבצע פעילות גופנית, למעט בשני מצבים – חום וקרדיטיס (דלקת בשריר הלב) המהווה גורם סיכון להפרעות קצב ולמוות פתאומי במאמץ.

סכנות פעילות גופנית בנוכחות מחלות רקע

ישנן מעט מחלות בהן ביצוע פעילות גופנית, מלווה בסיכון מסוים. לדוגמה:

- המופיליה ומחלות אחרות בהם יש נטייה לדמם. במקרים אלו, נימנע מענפים עם סיכון מוגבר לחבלה.
- סוכרת מסוג 1 – יש לתכנן את הפעילות הגופנית בשילוב הטיפול התרופתי, כדי לצמצם סיכון לאירועי היפוגליקמיה.
- אסתמה – פעילות גופנית עלולה לגרות להתקף ולכן יש להתכונן לפעילות בעזרת טכניקות התנהגותיות או בהצטיידות במשאפים.
- אפילפסיה – יש להימנע מענפים הכרוכים במגע באזור הראש (אגרוף וכו') ואף להקפיד על השגחה אישית
- בעת ביצוע פעילות גופנית דוגמת שחייה, גלישה, וכדומה.
- מומי לב מולדים – תחום רחב מאוד, הכולל מאות סוגי מומים, מקלים ועד מורכבים, עם דרגות תיקון שונות. נרחיב מעט:

מומי לב מולדים

- שכיחות גבוהה של השמנה, כושר אירובי ירוד.
- פעילות גופנית וכושר אירובי קשורים עם תפקוד לב טוב יותר, איכות חיים גבוהה יותר, פחות אשפוזים ופחות תמותה.
- מצריכים מתן מרשם לפעילות גופנית מפורט מאוד.

דוגמאות:

Fontan Procedure

כשאחד מחדרי הלב לא התפתח, הרי שיש רק חדר אחד שיכול לעבוד. חדר זה יחובר לאבי העורקים ויתפקד כחדר "שמאל", ואילו הדם הווריד החוזר מהגוף, יגיע ישירות לעורקי הריאה, ללא מעורבות הצד ה"ימני" של הלב. על פי ההנחיות הרפואיות, ילדים עם תיקון מעין זה יוכלו להשתתף רק בפעילות בענפי ספורט בעלי עצימות נמוכה מאוד, הן בהיבט האירובי והן בהיבט הסטטי. עם זאת, ניתן לשקול באופן פרטני-אישי השתתפות בענפי ספורט נוספים. ההערכה לפני הפעילות תכלול הערכה קלינית (לרבות שאלה על תלונות כלשהן בעת מאמץ), אק"ג, הדמיה של הלב (בד"כ אקו לב), ובדיקת מאמץ (רצוי משולב לב-ריאה, להערכת ההיבטים התפקודיים).

Transposition of the great arteries

במום בו כלי הדם הגדולים של הלב יוצאים מהחדר הלא נכון, מתקבלים שני מעגלים סגורים – הדם החוזר מהריאות מוזרם לריאות, והדם החוזר מהגוף מוחזר לגוף. במקרה זה, יש צורך בהתערבות מיידית מיד אחרי הלידה, ובהמשך יבוצע ניתוח תיקון מלא. בהיעדר תלונות או ממצאים ברורים, כפי שתואר לעיל - ניתן לעסוק בכל ענפי הספורט בנוכחות מצב זה, לרבות בענפי ספורט תחרותיים.

סיכום – פעילות גופנית בקרב ילדים עם מחלות כרוניות

- פעילות גופנית סדירה בילדים, גם ספורטיבית, טומנת בחובה עושר של יתרונות בריאותיים בהווה ובעתיד.
- המרשם לפעילות הגופנית כולל צבירת 60 דקות, לכל הפחות, של פעילות אירובית יומית, בשילוב אימוני כוח.
- פעילות גופנית לילדים עם מחלות כרוניות יכולה להיטיב הן עם גורם המחלה העיקרי, והן עם ה"מעטפת" הנלווה לה.
- מרשם מותאם לפעילות גופנית לילדים אלו, יאפשר את קצירת היתרונות תוך צמצום הסיכונים.
- במתן המרשם יש להפגיש בין העדפות הילד, לבין ההמלצות הכלליות ומגבלות המחלה, תוך שימוש בבדיקת מאמץ משולבת לב-ריאה, לפי הצורך.



שכיחות ההשמנה

שכיחות ההשמנה בעולם הולכת ועולה.

השמנה בילדים –מדד ה-BMI רגיל יימדד על עקומות אחוזון, מעל אחוזון 95 נחשב לבעל עודף משקל.

שכיחות ההשמנה בישראל

2004 – 22% מילדי הגן סובלים מעודף משקל.

2008 – 6.8% מהילדים בכיתות ה' סובלים מעודף משקל.

2013 – 31% מהילדים בכיתות ה' סובלים מעודף משקל, 13.3% מעל אחוזון 97 (פי 4.5 ממשקל תקין).

2017 – הישוב בו האחוז הגדול ביותר של ילדים עם עודף משקל:

ג'סר א-זרקא – 61% מהילדים סובלים מעודף משקל, 27% מעל אחוזון 99.

הישוב היהודי בו האחוז גדול ביותר של ילדים עם עודף משקל:

שדרות – כל ילד שני סובל מהשמנת יתר – 49%, 14% מעל אחוזון 99

בישראל כללי - 61% מהילדים מעל אחוזון 99

כיום, 700,000 ילדים בישראל סובלים מעודף משקל, מתוכם 320,000 סובלים מהשמנה חמורה.

ילד שמן יהפוך להיות מבוגר שמן.

השמנת יתר בילדים מערבת מחלות כמו סוכרת Type II, יתר לחץ דם ועוד.

למה אנחנו שמנים?

גנטיקה? אי אפשר להאשים גנטיקה בהשמנה.

הגורמים להשמנה: ההתנהגות שלנו בשילוב הגנטיקה, שינויים סביבתיים והרגלי צריכת מזון.

השמנה – תגובה נורמלית לסביבה לא נורמלית.

הכנסה (אכילה) מול הוצאה (פעילות גופנית) של קלוריות.

לכל אדם תתאים דיאטה אחרת, כל אחד צריך למצוא את הדיאטה המתאימה לו.

לילדים מומלץ לאכול מזונות מגוונים ואיכותיים בכמות מספקת, אך להקפיד על איסורים כמו צריכת חטיפים או משקאות ממותקים:

למשל, אם ילד ישתה פחית אחת של משקה ממותק מדי יום, הוא יצרוך כ-150 קק"ל בנוסף לתצרוכת הקלורית היומית המומלצת, הרי שאותו ילד צפוי להוסיף 7 ק"ג נוספים ומיותרים בשנה.

פעילות גופנית

יש קושי להוציא ילדים לפעילות גופנית.

ההמלצה היומית בילדים היא 60 דק' של פעילות גופנית.

80% מהבנים ו-90% מהבנות בגיל ההתבגרות לא עושים פעילות גופנית מספקת.

בישראל יש עלייה במספר הילדים שאינם פעילים גופנית: ישראל מדורגת במקום האחרון בין מדינות ה-OECD. בבדיקה של משך הזמן בו ילדים עושים ספורט בבית הספר, נמצא כי מתוך שיעור שנמשך 45 דקות, הבנים מבצעים 7 דק' של פעילות והבנות 4.5 דקות בלבד.

האם פעילות גופנית שווה את המאמץ? התשובה לשאלה זו אינה ברורה.

למשל, משך הזמן שנצטרך להשקיע בפעילות גופנית לשם שריפה קלורית של סופגנייה אחת הוא ארוך מאוד. פעילות גופנית לבדה אינה מספיקה לשם ירידה במשקל. במקביל לפעילות הגופנית צריך לשמור על תזונה נכונה, אך לפעילות הגופנית יתרונות בשיפור מדדים אחרים. כך למשל אצל ילדים בהקשר לימודים, לאחר פעילות גופנית המוח מתפקד טוב יותר וייראה שיפור בהנאה, בלמידה ובהישגים.

השפעת פעילות גופנית על ילדים בעלי משקל תקין 5 שבועות של פעילות גופנית אצל ילדים בעלי משקל תקין בחופש הגדול:

- עלייה משמעותית במסת שריר
- ירידה במסת שומן אצל המתאמנים
- עלייה של 5% אצל ילדים שלא התאמנו

חוסר בפעילות גופנית אצל ילדים מסוכן לא פחות מעודף משקל.

האם ילדים בעלי עודף משקל שונים בתגובתם לאימון גופני?

הפרשת הורמון גדילה בתגובה למאמץ בבעלי עודף משקל לעומת רזים:

ילדים בעלי עודף משקל לא מצליחים להעלות את רמות הורמון הגדילה, אך בעזרת פעילות גופנית ניתן להסדיר את התגובה של הפרשת ה-GH.

ככל שהילד בעל עודף משקל גדול יותר, כך תהיה הפרשת הורמון הגדילה נמוכה יותר.

מה אוכלים לפני אימון?

- שתיית משקה שומני מדכאת מערכת הורמונלית רצויה באימון.
- אצל ילד שמן שיאכל ארוחה שמנה לפני אימון לא תהיה הפרשה של GH.

מניעה וטיפול בהשמנה

אם לא תהיה הקפדה על הטיפול בהשמנה ומניעתה, תחול עלייה קיצונית בהשמנה וכתוצאה מכך, צפויה ירידה בתוחלת החיים.