
הילד והמצוינות בספורט: תגובות / Child's excellence in sports: responses to training / לאימון

Author(s): מיכאל שגיב and M. Sagiv

Source: *Movement: Journal of Physical Education & Sport Sciences* / כתב-עת : בתנועה: כתב-עת / חשון, תשנ"ו / נובמבר, 1995, Vol. ג&lrn;, No. 2 (חשון, תשנ"ו / נובמבר, 1995), pp. 228-237

Published by: Academic College at Wingate

Stable URL: <https://www.jstor.org/stable/23633410>

JSTOR is a not-for-profit service that helps scholars, researchers, and students discover, use, and build upon a wide range of content in a trusted digital archive. We use information technology and tools to increase productivity and facilitate new forms of scholarship. For more information about JSTOR, please contact support@jstor.org.

Your use of the JSTOR archive indicates your acceptance of the Terms & Conditions of Use, available at <https://about.jstor.org/terms>



is collaborating with JSTOR to digitize, preserve and extend access to *Movement: Journal of Physical Education & Sport Sciences* / כתב-עת : בתנועה: כתב-עת למדעי החינוך הגופני והספורט

JSTOR

הילד והמצוינות בספורט: תגובות לאימון

מיכאל שגיב

אצל הספורטאים מעל גיל 18 שנים, האימון ברמה אינטנסיביות גבוהה מבחינת תדירות האימון ומבחינה משכו, גורם לשיפור היכולת של השרירים ושל המערכת לב-ריאה. נשאלת השאלה מהו הגיל שבו האימון משפיע בצורה היעילה ביותר על המערכת האירובית של הילד. ככל הידוע, גיל זה עדיין לא זוהה בצורה ברורה. מטרת המאמר הזה היא לאפיין את **משמעות האימון האירובי והאנאירובי אצל ילדים לפני גיל ההתבגרות**, באמצעות סקירת הספרות הקיימת בנושא זה. מהמחקרים עולה, שאצל ילדים בכל הגילים, אך בעיקר אצל ילדים מבוגרים יותר המתאמנים אימון אירובי (כגון ריצה, רכיבה על אופניים, שחייה, משחקי כדור), ישנן רמות גבוהות יותר של תצורות חמצן מרבית מאשר אצל ילדים בלתי מאומנים. תכנית אימונים ברמת אינטנסיביות גבוהה מבחינת תדירות האימון ומבחינת משכו מביאה לשיפור היכולת של השרירים ושל המערכת לב-ריאה של הילד. אולם, בעיות מתודולוגיות בתכנון מחקרים, כגון: השוני בגיל הילדים לפני תחילת המחקר ובסיומו, ומגבלות אתיות שונות פוגמות בתקפות המסקנות הנזכרות לעיל, ומכאן מוצע, שכאשר מקצוע הספורט שבו עוסק הילד, מורכב ממיומנויות ומדרישות אנרגטיות לביצוע המאמץ, כגון במשחקי כדור, יש להקדיש תשומת לב יתרה לנושא המיומנות ופחות לשיפור המערכות האנרגטיות.

המינון הנאות של פעילות גופנית בגילים שונים

עם העלייה במספר הילדים, לפני גיל ההתבגרות, המשתתפים בתחרויות ספורט, עלה גם מספר המחקרים על תגובות **המערכת האנרגטית** (energy transformation) לאימונים ממושכים. המערכת האנרגטית מתבטאת בתצורות החמצן המרבית וביכולת ההתמדה במאמץ בדרגות שונות של ריכוז חומצת חלב בשריר ובדם. אולם,

תאריכים: אימון אירובי; אימון אנאירובי; ילדים; צריכת חמצן; ספורטאים צעירים מצטיינים.

בתנועה, כרך ג, חוברת 2 תשנ"ו - 1995

בעיות מתודולוגיות בתכנון המחקרים, כגון: השוני בגיל הילדים לפני תחילת המחקר ובסיומו, ומגבלות אתיות, פגמו בתקפות המחקרים. כתוצאה, נערמו קשיים ביכולת ההשוואה בין המחקרים השונים. יחד עם זאת, יש מחקרים די הצורך, שמהם ניתן להסיק את המסקנות האלה:

- ★ לילדים המתאמנים אימון אירובי רמות גבוהות יותר של תצורות חמצן מרבית, לעומת ילדים בלתי מאומנים. ממצא זה אינו מותנה בגיל הילדים, אולם ברוב המקרים הוא בולט אצל ילדים מבוגרים יותר.
- ★ תכניות אימונים ברמת אינטנסיביות גבוהה מבחינת התדירות של האימון ומבחינת משכו מביאות לשיפור היכולת השרירית של המערכת לב-ריאה של הילד.
- ★ המינימום והמקסימום של רמות האינטנסיביות בתדירות האימון ובמשכו עדיין לא נקבעו או זהו סופית.
- ★ ברוב המקרים העכשוויים ישנה ההנחה שתגובת הילד לאימון אירובי (כגון: ריצה, שחייה, רכיבה על אופניים ומשחקי כדור) דומה לזו של המבוגר. אולם, יש לבדוק שוב את ההנחה הזו, לפני שניתן להסיק מסקנה סופית וחד-משמעית.
- ★ הגיל או שלב ההתבגרות שבו האימון משפיע בצורה מרבית על המערכת האירובית (מערכת אספקת החמצן) עדיין לא זוהה בצורה ברורה.

פעילות גופנית נחשבת, בדרך כלל, כגורם חשוב בגדילתם ובהתפתחותם של ילדים ושל בני נוער. הפעילות מאפשרת לפתח הן כוח וחוזק, הן מטלות מוטוריות והן את היכולת הפיסית ליצור אנרגיה, המתבטאת ביכולת עבודה. ואולם, למרות הידע על השפעת הפעילות הגופנית הרגילה על הגדילה, על הבשלות ועל הביצועים הגופניים, **אין לנו מספיק מידע באשר לכמות הפעילות הגופנית האופטימלית הנדרשת מהילד כדי לבצע משימה מוטורית מבלי שבריאותו תיפגע** (Malina, Bouchard & Beunen, 1988; (Malina, Bouchard & Beunen, 1990; Sprynarova, 1987

מטרות המחקר

מטרות המאמר הזה הינן:

- ★ לסקור את הספרות הדנה בשאלת **המינון הנאות** של הפעילות הגופנית בגילים שונים.

★ לאפיין ולתאר את משמעות האימון האירובי והאנאירובי אצל ילדים לפני גיל ההתבגרות.

מאפייני המערכת האנרגטית

הממצא הבולט ביותר במחקרים העוסקים בילדים בגיל ההתבגרות קשור לשיפור היכולת האירובית. ההסתגלות לפעילות גופנית או לחוסר פעילות גופנית יכולים להיות מתוארים במונחים של **ביצוע** ושל **תפקוד**.

ביצוע הינו פעולה, שאמת המידה להערכתה היא השינוי ביכולת לבצע עבודה. כושר גופני מעלה את היכולת לבצע עבודה. **התפקיד**, קרי רמת ההסתגלות התפקודית לפעילות גופנית ולאמון מחייבת לבדוק את תצורות החמצן המרבית. מדידה נכונה של תצורת החמצן המרבית תאפשר לבדוק את התפקוד של המערכות לב-ריאה ו/או של המערכת המטבולית (שרירי השלד).

בשנים האחרונות גיל המתחרים נמוך מבעבר ואין זה מפתיע לראות כיום ילדים צעירים יחסית, המתבקשים להתחרות ברמות גבוהות. דבר זה מחייב כושר גופני חריג, ומשום כך הילדים האלה מתאמנים באינטנסיביות רבה. לפיכך נשאלת השאלה, האם אימון אירובי אינטנסיבי מביא לשינוי דרסטי ביכולת המערכת האנרגטית ליצור **אדנוסין טריפוספט** (Adenosine Tri Phosphate) ATP בתהליך האירובי, שהינו תהליך קל יותר לעומת התהליך האנאירובי. ואולם, לפני שדנים בשינויים החלים במערכת האנרגטית במאמץ, מן הראוי לתאר בקצרה את פעולת אותה מערכת בתנאי מנוחה.

המערכת האנרגטית בתנאי מנוחה. במנוחה, ריכוז **האדנוסין טריפוספט** (ATP) וריכוז הקריאטין פוספט (Creatine Phosphate) בשריר שווים אצל ילדים, אצל מבוגרים, אצל ילדות ואצל נשים (Eriksson, 1980; Rehunen & Harkonen, 1980). רמות **האדנוסין טריפוספט** (ATP) בשריר יורדות במעט בזמן מאמץ מרבי וקצר עקב כניסה מאוחרת מעט לפעולה של המערכת האנרגטית שנועדה לחידוש **האדנוסין טריפוספט** (ATP) (Bergstrom et al., 1971; Hultman, Spriet & Soederlund, 1986). קצב חידוש **האדנוסין טריפוספט** (ATP) במאמץ אנאירובי (מאמץ גופני ללא חמצן) קצר, תלוי ישירות בהעברת האנרגיה האצורה בקריאטין פוספט (CP) ל**אדנוסין די פוספט** (Adenosine Di Phosphate).

תהליך זה של העברת אנרגיה מהקריאטין פוספט (CP) לאדנוסין טריפוספט (ATP), מזורז על ידי האנזים קריאטין קינאז (CK), אשר פעילותו מוגברת בשרירי היונקים (Simoneau & Pette, 1988). אם כן, המסקנה יכולה להיות שתהליך הפוספוגני (תהליך חיבור וניתוק הפוספט) אינו אחראי להבדלים בין הילדים ובין המבוגרים בביצועים אנאירוביים קצרים. אולם, מאמצים ממושכים יותר ועצימים שבהם מתרחש תהליך אנאירובי ברמה גבוהה, יביאו לתהליך גליקוליטי קרי, לפירוק סוכרים תוך ייצור מוגבר של חומצת החלב, כדי ליצור אנרגיה (Hultman et al., 1986; Serresse et al., 1988). כמות רב הסוכרים (גליקוגן) בשריר השלד במנוחה, אינה מהווה גורם מגביל לביצוע גופני מקסימלי ועצים למשך זמן קצר. אולם, הקצב שבו הגליקוגן מנוצל עד לרמת חומצת החלב בתנאים אנאירוביים הינו קריטי והוא תלוי בגליקוליזה. הקצב של יצירת אנרגיה במסלול הגליקוליטי מווסת על ידי שני אנזימים חשובים: פוספופרוקטוקינאז ופוספורלאס (Newsholme et al., 1983). פעילותו של האנזים פוספופרוקטוקינאז (Phosphofructokinase) בשריר השלד אצל בני אדם הינו נמוך ב- 30% אצל ילדים מאצל מבוגרים (Eriksson, 1980). בנוסף נמצא, שילדים אינם מסוגלים לעמוד כפי שעומדים המבוגרים בעליית חומציות השריר בזמן מאמץ עצים (Matejkova, Koprivova & Placheta, 1980). זה מוביל למסקנה שייצור אנרגיה בתהליך הגליקוליטי בשריר השלד הינו מוגבל אצל ילדים.

אצל מבוגר צעיר, שיא היכולת בעבודה האנאירובית היא 10-11 מילימול* (Millimole) בערך. אצל ילדים משני המינים שיא היכולת של העבודה האנאירובית היא 8-9 מילימול* בערך. כפי הנראה, הבדלים אלה בין מבוגרים לבין ילדים ברמת הריכוז של חומצת החלב בדם נובעים מיחס נמוך יותר של מסה שרירית ושל נפח הדם בגוף. מכאן, ככל שנפח הדם גדול יותר, כמות חומצת החלב הנדרשת להעלות את ריכוזה גדול יותר, וזהו יתרונו של המבוגר על פני הילד. השאלה בהקשר זה היא האם אימון לשיפור היכולת האנאירובית יוביל לשינויים משמעותיים בתהליך הייצור של האנרגיה בתהליך הגליקוליטי (Glycolysis) ולעלייה ביכולת הפעילות הגופנית בתנאים של עלייה בחומציות השריר.

נמצא, שאימון של ילד לפני גיל ההתבגרות יכול להעלות את ההספק המרבי והמוצא, ולפיקך את יכולתו האנאירובית. כפי הנראה, ההסבר לכך איננו מעוגן בהנחה שכמות הדם הכללית של הגוף עלתה או שרמות האנזימים פוספופרוקטוקינאז וקריאטין קינאז (Phosphofructokinase, Creatine Kinase) השתנו בצורה משמעותית, אלא, ככל

הנראה, במנגנון המביא לשינויים ולהסתגלות של המערכת העצבית. השינויים וההסתגלויות של המערכת העצבית משפרים את התפקוד של היחידה המוטורית, ועל ידי כך, משתפרת יכולת הפעלת השריר (Ozmum, Mikesky & Surburg, 1994). אולם, צריך לזכור שעלייה ביכולת זו היא כתוצאה של שינויים פיסיולוגיים ולא עצביים.

ייתכן שתוקף המחקר ייפגם עקב שינויים בגדילת הילדים, כלומר, ההשוואה בין תחילת המחקר לבין סיומו לגבי אותו ילד לא תהא זהה. שכן, גדילה זו תביא לעלייה במסת השריר אשר תשפיע בצורה ברורה ומובהקת על **ההספק האנאירובי האבסולוטי** (absolute anaerobic power) בסוף תקופת המחקר. בנוסף, שינויים מטבוליים ותהליכים ביוכימיים מושפעים על ידי גיל. פירוש הדבר שיחולו שינויים ביכולת של יצירת האנרגיה למאמץ, ולשינויים ביעילות בזמן מאמץ. מכאן, יש צורך לבדוק באמצעות מחקרים נוספים את השיפור הנובע באורח בלבדי מהשיפור ביכולת האנאירובית, שהיא תוצאה של אימון בזמן תהליך הגדילה.

אצל מבוגרים אימון אירובי ממושך, תמידי, ובעצימות הנעה בין 60%-80 ממקסימום היכולת, מביא לשינויים הן ביכולת הריאה והלב להעביר חמצן אל השרירים והן ביכולת השריר לנצל כמויות גדולות של חמצן העומדות לרשותו (Rowland, 1986). השינויים הם אנטומיים, פיסיולוגיים וביוכימיים. שינויים אלה באים לידי ביטוי במדידה של צריכת החמצן המרבית.

מחקרים שונים שנחקרה בהם ההשפעה של שיטות אימון שונות על היכולת המרבית ועל יכולת התפקוד של ילדים לפני גיל ההתבגרות ובמהלכן, הראו שיש טובת הנאה מהאימון (Sagiv et al., 1986), אם כי ממצאים אלה אינם עקביים במחקר (Hamilton & Andrew, 1976).

בר-אור (Bar-Or, 1983), סקר את המחקר בתחום זה, והגיע למסקנה, שאימון אירובי לפני גיל ההתבגרות הניב תוצאות פחותות מהצפוי אף על פי שהביצועים הגופניים השתפרו. מסקנה זו הביאה לתפיסה שישנו שלב מסוים בגיל שמעליו ניתן לצפות לשינויים משמעותיים שהם תוצאה של אימון. אולם, עד היום השלב הזה אצל ילדים נשאר בלתי מוגדר, ובכל מקרה, דרגת המאמץ הדרושה לגרום לשיפורים פיסיולוגיים גבוהה אצל ילד מאצל מבוגר. במילים אחרות, האינטנסיביות היחסית ליכולת המרבית (מתבטאת באחוזים) תהיה גבוהה יותר אצל הילדים כאשר המטרה היא אפקט של אימון (American College of Sports Medicine, 1990).

חלק מההסבר למאמץ המוגבר הנדרש מהילד נובע, כפי הנראה, מכך שלילד יש דופק מרבי גבוה יותר. הוצע שהדופק בזמן מאמץ אצל ילדים בגיל 11-13 שנים צריך להיות 170-180 פעימות לדקה כדי לראות שינויים משמעותיים בהספק האירובי (Massicotte & Macnab, 1974). כן נמצא, שהדופק בסף האנאירובי (שהינו עוד סימן לאינטנסיביות הדרושה באימון אירובי) נע בין 167 לבין 169 פעימות לדקה אצל ילדים בגיל 7.5-12.5 שנים. מכאן הוצע שהסף האנאירובי יחסית לתצרוכת החמצן המרבית תהיה אצל ילדים 68.6% לעומת 58.5% אצל מבוגרים צעירים. אצל ילדים לפני גיל ההתבגרות יהיה זה מקביל לדופק הנע בין 150 ל-160 פעימות בדקה (Kanaley & Boileau, 1988).

קשיים מתודולוגיים

השינויים המשמעותיים שציפו להם אצל הילד בעקבות האימון נבעו מהשוואה עם השינויים החלים אצל מבוגרים לאחר אותו סוג של אימון אירובי. בשל שינויים אלו אצל המבוגרים, ניתנו הנחיות לפיתוח של תכניות אימון לאנשים מבוגרים (American College of Sports Medicine, 1986; Rowland, 1986).

בספרות הקיימת ישנם מספר מחקרים וסקירות על ההסתגלות של ילדים לאימון האירובי (Cunningham, Paterson and Blinkie, 1984; Rowland, 1986; Sady, 1986). בסקירות אלה נעשה שימוש באסטרטגיות שונות בארגון, בהערכה ובפירוש של המחקרים שפורסמו בתחום השפעת האימון על הילדים. המאפיין את הסקירות האלה הוא שהמחברים התבססו על המחקרים המצויים של גיל הנחקרים, על פי האופי של תכניות האימון ו/או על פי סוג המבדקים שבוצעו.

מן הממצאים אצל מבוגרים עלה שעלייה באינטנסיביות האימון מעלה את ההספק האירובי, בעקבות ממצא זה נעשה שימוש במדידת תצרוכת החמצן המרבית כאינדיקטור להשפעת הפעילות הגופנית. אולם, ישנה מחלוקת קשה המונעת את השימוש של הספק אירובי כסמן פיסיולוגי של פעילות גופנית. בעבר הוצע שהספק אירובי הוא בראש ובראשונה מוגדר גנטית. במחקר על תאומים בגיל 7-13 שנים נמצא, שהתורשה היא האחראית הבלעדית לרוב ההבדלים הקיימים בהספק האירובי (Klissouras, 1971). במחקר אחר הייתה המסקנה שרק 40%-60% מסך כל ההבדלים בהספק האירובי נובעים מתורשה (Bouchard & Malina, 1983). אולם בכל מקרה, יש

חשיבות רבה למרכיב התורשה אצל ילדים, כאשר באים לבדוק את השפעת האימון על העלייה ביכולת האירובית. בנוסף, לחוקרים, אשר בודקים תגובות של ילדים למאמצים גופניים יש בעיות מתודולוגיות ומערכי מחקר המגבילים אותם לחקור לעומק. תצפיות במיוחד כאלה הנעשות על ילדים בריאים, צריכות להיות בלתי ישירות ובלתי חודרניות כדי לחשוף את הילד למינימום אפשרי של חוסר נוחיות (Bar-Or, 1983; Sady, 1986). יתרה מזאת, רוב המכשירים המודדים הספק אירובי תוכנו עבור מדידת הספק של מבוגרים, והם אינם מתאימים לילדים, ולכן כדי למדוד את יכולתו של ילד יש לשנות את גודל המכשירים ואת המבנה שלהם.

בעיה מתודולוגית נוספת היא הצורך של קביעת נקודת השיא של תצורות החמצן המרבית אצל ילד, וזאת עקב אי יכולתו של הילד להתרכז למשך זמן ממושך ועקב העדר הניעה (מוטיבציה) להמשיך להתאמץ מאמצים פיסיולוגיים קשים, הדרושים להשגה של תצורות החמצן המרבית (Krahenbuhl, Skinner & Kohrt, 1985).

הממצאים בדבר האפקט של אימון ילדים לפני גיל ההתבגרות על תצורות החמצן המרבית אינם עקביים. מספר מחקרים הראו שיפור, אחרים לא הראו זאת (Sprynarova, 1987). ייתכן שהבדלים אלה נובעים מההבדלים בתכניות האימון המפורשות במחקרים השונים באינטנסיביות האימון ובמשך המאמץ (Rowland, 1986). נמצא שמשך זמן האימון במחקרים השונים נע בין 5 ל-60 דקות לאימון. מסקירה זהירה של המחקרים הנ"ל נמצא שכדי לשפר את תצורות החמצן המרבית אצל ילד, משך האימון צריך להיות 25 דקות לפחות. מידת האינטנסיביות של האימון אצל הילדים לא נקבעה עדיין, אולם במחקרים שכללו תכניות אימון לילדים שבהן התדירות, האורך והאינטנסיביות של המאמץ היו גבוהים, חל שיפור קארדיופולמונרי (cardiopulmonary improvement). וזאת, לעומת מחקרים שבהם האינטנסיביות של האימון הייתה נמוכה ונמשכה פחות מ-25 דקות ומספר האימונים בשבוע היה פחות משלוש פעמים בשבוע. ואולם זמן המינימום הדרוש לאינטנסיביות, לאורך ולתדירות לא הוגדר, ולפיכך עדיין לא נקבע מהו הגיל האופטימלי במהלך שנות ההתבגרות, שבו ניתן ורצוי לשפר את היכולת האירובית.

הממצאים העיקריים

אף על פי שהממצאים בספרות אינם עקביים. ניתן להסיק, על סמך ניתוח המחקרים שתוארו לעיל, כי **ילדים מסתגלים למאמצים חוזרים של עבודה אירובית**. למסקנה

זו ניתן להגיע, שכן ישנה מובהקות סטטיסטית במשתנה העלייה בהספק האירובי בקרב קבוצת הילדים המתאמנים. ניתן לאמץ גם ממצאים אחרים המורים על שינויים שונים, אם כי יש להתייחס אליהם בזהירות, שכן הממצאים התקבלו רק במחקרים מועטים.

ואלה הם הממצאים:

- ★ השיפור היחסי בתצורות החמצן המרבית בעקבות האימון קטן יחסית לזה הנצפה אצל מבוגרים.
- ★ אצל ילדים אין הבדל בין המינים ביכולת ההשתפרות בעקבות האימון.
- ★ דרגת הכושר הראשונית הנמדדת בתצורות החמצן לק"ג גוף לדקה (במיליליטרים) אינה מאפשרת לנבא אם הילד מתאים לאימון.
- ★ ישנן הוכחות שדרגת השיפור מותנית במשך האימונים, בתדירותם ובאינטנסיביות שלהם, אם כי תרומת האינטנסיביות אינה ברורה.
- ★ נראה שילדים מסתגלים מבחינה פיסיולוגית הן לאימון בהפסקות והן לאימון מתמשך.

סיכום

אצל ילדים, המתאמנים אימון אירובי, ישנה עלייה ניכרת ביכולתם לספק חמצן לשרירים העובדים לעומת היכולת אצל ילדים בלתי מאומנים. ממצא זה תקף בכל הגילים, אולם הוא מובהק יותר אצל ילדים מבוגרים יותר. כן נמצא, שניתן לשפר באמצעות אימון את היכולת האנאירובית של ילד גם לפני גיל ההתבגרות בעקבות השינויים וההסתגלות של המערכת העצבית הגורמת להגברה של יכולת הפעלת השריר. המשמעות של ממצאים אלה לעוסקים באימון של ילדים היא:

- ★ יש לשפר את הכושר הגופני האירובי והאנאירובי, כאשר תפקוד המערכת האנרגטית היא הדומיננטית בשיפור הביצועים במהלך התחרות.
- ★ לעומת זאת, כאשר מקצוע הספורט שבו הילד עוסק, מורכב ממיומנויות ומדרישות אנרגטיות לביצוע המאמץ (כגון במשחקי כדור), יש לייחד תשומת לב רבה יותר לפיתוח המיומנות ופחות לשיפור המערכות האנרגטיות, וזאת עקב הפער הקיים בין ההשקעה הרבה (בזמן אימון) הנדרשת למען שיפור המערכת האנרגטית לבין שיפורה האמיתי באחוזים.

רשימת המקורות

- American College of Sports Medicine. (1986). **Guidelines for exercise testing and prescription**. 3rd ed. Philadelphia: Lea & Febiger.
- American College of Sports Medicine. (1990). The recommended quality and quantity of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness in healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 22: 265-274.
- Bar-Or, O. (1983). **Pediatric sports medicine for the practitioner**: Springer-Verlag. **From physiologic principles to clinic**. New York: Springer Verlag.
- Bergstrom, J., Harris, C.R., Hultman, E., Nordesjo, L.O. (1971). Energy rich phosphagens in dynamic and static work. In: B. Saltin; B. Pernow, (Eds.). **Muscle Metabolism during exercise**. New York: Plenum Press.
- Bouchard, C., Manilla, R.M. (1983). Genetics of physiological fitness and motor performance. **Exercise and Sport Sciences Reviews**. 11: 306-339.
- Cunningham, D.A., Paterson, D.H., Binkie, C.J.R. (1984). The development of the cardiorespiratory system with growth and development. In: R.A. Boileau, (Ed.): **Advances in Pediatric Sports Sciences**, Vol. 1. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Eriksson, B. (1980). Muscle metabolism in children: A review. **Acta Paediatrica Scandinavica**. 283: 20-27.
- Hamilton, P., Andrew, G.M. (1976). Influence of growth and athletic training on heart and lung functions. **European Journal of Applied Physiology** 36(1), 27-38.
- Hultman, E., Spriet, L.L., Soederlund, K. (1986). Biochemistry of muscle fatigue. **Biomedica Biochimica Acta**. 45: 598-5106.
- Kanaley, J.A., Boileau, R.A. (1988). The onset of anaerobic threshold at three stages of physical maturity. **Journal of Sports Medicine**. 28: 367-374.
- Klissouras, V. (1971). Heritability of adaptive variation. **Journal of Applied Physiology**. 31: 338-346.
- Krahenbuhl, G.S., Skinner, J.S., Kohrt, W.M. (1985). Development aspects of maximal aerobic power in children. **Exercise and Sports Sciences Reviews**, 13: 503-538.

- Malina, R.M., Bouchard, C., Beunen, G. (1988). Human growth: Selected aspects of current research on well-nourished children. **Annual Reviews of Anthropology**. 17: 187-219.
- Malina, R.M., Bouchard, C. (1990). **Growth, maturation, and performance**. Champaign, ILL.: Human Kinetics. 289-292.
- Massicotte, D.R., Macnab, R.B.J. (1974). Cardiorespiratory adaptations to training at specified intensities in children. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 6(4), 242-246.
- Matejkova, J., Koprivova, Z. , Placheta, Z. (1980). Changes in acid-base balance after maximal exercise. In: Z. Placheta (Ed.). **Youth Physical Activity**. Czechoslovakia: J.E. Purkyne University.
- Newsholme, E.A., Leech, A.R. (1983). **Biochemistry for the medical sciences**. John Wiley and Sons Ltd. New York.
- Ozman, J.C. Mikesky, A.E., Surburg, P.R. (1994). Neuromuscular adaptation following prepubescent strength training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 26(4), 510-514.
- Rehunen, S., Harkonen, M. (1980). High-energy phosphate compounds in human slow-twitch and fast-twitch fibers. *Scand. J. Journal of Clinical Laboratory Investigation*. 40, 45-54.
- Rowland, T.W. (1986). Aerobic response to endurance training in prepubescent children: A critical analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. 17, 493-397.
- Sady, S.P. (1986). Cardiorespiratory exercise training in children. **Clinical Sports Medicine**. 5(3), 493-514.
- Sagiv, M., Shapiro, Y., Ben-Sira, D. Shapira, H. (1986). Effect of isometric vs. running training program on left ventricular and hemodynamic alteration at rest on healthy adolescent girls. **International Journal of Sports & Cardiology**. 3, 30-34.
- Serresse, O., Lortie, G., Bouchard, C., Boulay, M.R. (1988). Estimation of the contribution of the various energy systems during maximal work of short duration. **International Journal of Sports Medicine**. 9(6). 456-460.
- Simoneau, J.A., Pette, D. (1988). Species-specific effects of chronic nerve stimulation upon tibialis anterior muscle of mouse, rat, guinea pig, and rabbit. **Pflugers Archive**. 412: 86-92.
- Sprynarova, S. (1987). The influence of training on physical and functional growth before, during and after puberty. **European Journal of Applied Physiology**. 56(6): 719-724.