
Comparison of hemodynamic and left ventricular responses to increased afterload in healthy males and females / השוואה בין נשים לגברים בתגובות המורדינמיות ותגובות החדר השמאלי לעליה אקוטית בלחץ הדם

Author(s): ראוּבן מטְרָנִי, מיכאל שגיב, נוגה פִּיֶּשֶׁר, M. Sagiv, R. Metrani and N. Fisher

Source: *Movement: Journal of Physical Education & Sport Sciences* / כתב-עת: בתנועה: כתב-עת / פברואר 1991 / תשנ"א - אדר - אדר, Vol. א&lrms;, No. 1 (- אדר - אדר 1991 / תשנ"א), pp. 75-86

Published by: Academic College at Wingate

Stable URL: <http://www.jstor.com/stable/23631808>

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>



JSTOR

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

השוואה בין נשים לגברים בתגובות המודינמיות ותגובות החדר השמאלי לעליה אקוטית בלחץ הדם

ראובן מטרני, מיכאל שגיב, נוגה פישר

מ ב א

התגובות ההמודינמיות ותגובות תפקודי החדר השמאלי בשעת מאמץ דינאמי נחקרו בהרחבה הן אצל נשים והן אצל גברים. אצל נבדקים בריאים נמצא, שבמשך מאמץ דינאמי נפח הפעימה של גברים גבוה מזה של נשים בגלל שונות בגודל הלב התלויה במין (אסטרנד, קאדי וסאלטין, 1964). כן נמצא, שאצל נשים שאינן פעילות עשויים ביצועי הלב שלא לעלות בתנאים של עליה בלחץ דם (Pressure load) (היגנבוטאם ואח', 1984).

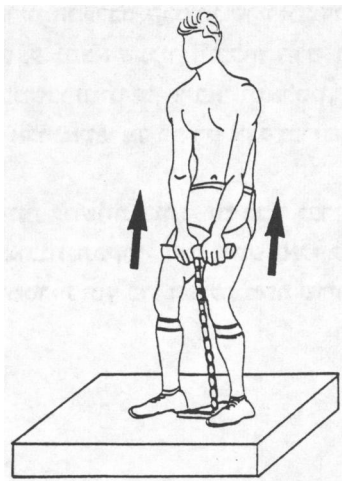
פעילות איזומטרית המבוצעת במסת שרירים קטנה - כגון לפיתה בכף היד - עשויה לגרום לשינויים המודינמיים ושינויים בתפקודי החדר השמאלי הן אצל גברים והן אצל נשים. בעבר דווח שנפחי החדר השמאלי, עוצמת כיווץ החדר ומדדים של שלב ההזרקה עשויים לעלות, לרדת או להישאר ללא שינוי (קולן, בראו וניומן, 1984; איהסני ואח', 1981; לאריד, פיקסלר והופפינס, 1979; שגיב ואח', 1988). לעומת זאת התגובות של מדדים אלו בפעילות איזומטרית המערבת קבוצות שרירים גדולות עשויה להביא לעליה גבוהה יותר בלחץ הדם הממוצע. נמצא שעליה זו בלחץ הדם, תלויה בגודל מסת השריר המופעלת בעוצמת הכיווץ ובמשכו (מיטשל, שיבאי וסאלטין, 1981; שגיב ואח', 1985; סילס ואח', 1983). ממצאים אלו נאספו עד כה רק אצל גברים.

מטרת המחקר הנוכחי הייתה להשוות בין נשים לבין גברים לא פעילים ובריאים בתגובות המודינמיות ובתגובות תפקודי החדר השמאלי לעליה ב- Pressure load, שנגרמה על ידי פעילות איזומטרית תוך כדי הפעלת מסת שרירים גדולה.

שיטת המחקר

נבדקים: למחקר התנדבו 20 גברים גיל ממוצע $4.5 + 31$ שנים ו-20 נשים גיל ממוצע 4.3 ± 30 שנים סטודנטים ואנשי סגל במכללה לחינוך גופני ע"ש זינמן. הנבדקים היו מעשנים, לא פעילים בקבוצות ספורט תחרותי ולא השתתפו במהלך המחקר בתוכנית לשיפור הכושר. כל הנבדקים היו בריאים, עברו בדיקת תפקודי לב במאמץ ונמצאו ללא עדות למחלת לב איסכמית.

מהלך הבדיקות ומדידות: הנבדקים ביקרו במעבדה פעמיים. בפעם הראשונה ניתן לנבדקים הסבר על נוהל הבדיקה ועל הסיכונים הכרוכים בה. כן ניתן לנבדקים לתרגל את מהלך הבדיקה. הנבדקים תודרכו להימנע מעישון ומצריכת קפה, ולהימנע מפעילות גופנית במשך 12 שעות לפני הבדיקה. הבדיקות עצמן ואיסוף הנתונים בוצעו במהלך הפגישה השנייה. תחילה נמדד הכוח המרבי הרצוני בביצוע תרגיל DEADLIFT (איור 1) איזומטרי שכלל הפעלת הזרועות, הכתפיים, שרירי גב תחתון, שרירי הירך ושרירי הרגליים. הבדיקה נעשתה בעזרת מד כוח שהוצמד ללוח. הנבדקים עמדו על הלוח ואחזו בידית בצורת T, שהייתה קשורה בשרשרת אל מד הכוח, וניתן היה לשנות את אורכה.



איור 1: אופן ביצוע תרגיל איזומטרי מסוג DEADLIFT

הערכים שנמדדו הוצגו על מסך מחשב IBM-PC, כך שהנבדקים יכלו לקרוא ואת ביצועיהם ולהעריך אותם תוך כדי המאמץ. בדיקות אנטרופומטריות כללו קביעת משקל הגוף בדיוק של ± 0.05 ק"ג וקביעת אחוז השומן על פי מדידת קפלי עור ב-8 נקודות (בדיוק של ± 1 מ"מ). המדידות האנטרופומטריות נעשו על פי בנקה ווילמור (1974). הבדיקות ואיסוף הנתונים הפיזיולוגיים נעשו תוך כדי תרגיל DEADLIFT שבוצע בכוח של 30% מן הכוח המרבי הרצוני של כל נבדק ונמשך שלוש דקות בדיוק. הנבדקים תוזכרו להמשיך בנשימה קצובה ולהימנע מעצירת הנשימה או ביצוע VALSALVA. במשך שלוש הדקות שבהן בוצע התרגיל היו הנבדקים מחוברים למערכת למדידת צריכת חמצן ומשתנים נשימתיים (OXYCON-4 NIJNHARDT, HOLLAND). כן נערך מעקב אחר הדופק בעזרת רישום א.ק.ג. בחיבור בי פולרי CMS. הא.ק.ג. נרשם ב-5 השניות האחרונות של כל דקה. לחץ הדם נמדד במשך 30 השניות האחרונות של ביצוע התרגיל באמצעות מד לחץ דם כספית. תקפות השיטה למדידת לחץ הדם בתנאי עבודה איזומטריים נקבעה במחקר קודם (שגיב ואח', 1985).

ממדי הלב נקבעו בעזרת אקוקרדיוגראף ALOKA SECTOR SCANNER, MODEL SSD-720 במנוחה ובמשך המאמץ המתמר מוקם ברווח האינטרקוסטלי הרביעי או החמישי לאורך הגבול הפאראסטוראלי. תנוחת הגוף ומיקום המתמר היו זהים בכל המדידות במנוחה ובמאמץ.

הקרום האולטראסונית כוונה לחדר השמאלי מתחת לקצה עלי המסתם המטרלי בגובה CORDAE TENDINEAE. הערכת הרישומים והמדידות נעשו על ידי שני חוקרים שלא היו מודעים למהלך הבדיקה שבה בוצעו הרישומים. מדידות נפחי החדר השמאלי נעשו בשיטת TEICHHOLZ לפיה הנפח שווה ל: $(2.4 + D) / (7 * D^3)$ (29) כאשר $D =$ ממד החדר. אינדקס המסה של החדר השמאלי (LVMI) חושב על פי דברו (1977). נפח הפעימה נקבע על פי ההבדל בין הנפח הסוף דיאסטולי והנפח הסוף סיסטולי. ההתנגדות הסיסטמית חושבה כלחץ הדם הממוצע המחולק לתפוקת הלב שחושבה על פי רישומי האקוקרדיוגראף ובוטאה ביחידות של $-5 \text{ cm} * \text{sec}^{-1} * \text{dynes}$ (סטפדורס ואח', 1977).

לחץ הדם הממוצע MABP חושב על פי הנוסחה:

$$\text{MABP} = \text{DBP} + 1/3 (\text{SBP} - \text{DBP})$$

לחץ דם סיסטולי, לחץ דם דיאסטולי, לחץ דם

מקטע הפליטה של החדר השמאלי, EJECTION FRACTION (EF) חושב מן הנפחים הסוף סיסטוליים (ESV) והסוף דיאסטוליים (EDV).
 $EF = [(EDV - ESV)/EDV] \times 100$.
ערך ה-FRACTIONAL SHORTENING (FS) הנמצא בקורלציה טובה עם ה-EF (דודג', מאי וסאנדלר, 1962) חושב על פי הנוסחה:

$$FS = \frac{[\text{ממד סוף דיאסטולי} / \text{ממד סוף סיסטולי} - \text{ממד סוף דיאסטולי}]}{\text{ממד סוף דיאסטולי}} \times 100$$
$$FS = \frac{[\text{EDD} - \text{ESD}]}{\text{EDD}} \times 100$$

יכולת ההתכווצות (CONTRACTILITY) חושבה על פי הנוסחה:
הנפח הסוף סיסטולי של החדר השמאלי / לחץ הדם הסיסטולי (גרוסמן ואחי, 1977; סגאוה, 1981).

ניתוח סטטיסטי: בוצע ניתוח שונות (ANOVA) דו כיווני (מין X מאמץ) עם מדידות חוזרות להערכת השינויים בפרמטרים שנמדדו. כן בוצע מבחן t תלוי לבדיקת משמעות ההבדלים בין מנוחה למאמץ. כמו כן בוצעו ניתוחי POST-HOC בשיטת STUDENT NEWMAN - KEULS להשוואת יחודיות בין ממוצעים ברמת מובהקות של $P < 0.05$.

תוצאות

כל הנבדקים סיימו את המחקר ללא קשיים או סיבוכים קליניים. הנתונים האנטרופומטריים של הנבדקים מובאים בטבלה 1. נתוני המדדים הקרדיוסקולריים ותפקודי החדר השמאלי מובאים בטבלה 2.

טבלה 1

נתונים אנטרופומטריים של נבדקי המחקר

גברים	נשים	המשתנה
20	20	מס' נבדקים
74.3 ± 8.8	60.1 ± 7.0*	משקל (ק"ג)
31.5 ± 4.5	30.4 ± 4.3	גיל (שנים)
179.0 ± 5.3	164.8 ± 5.0*	גובה (ס"מ)
1.92 ± 0.11	1.65 ± 0.11*	שטח הפנים (מ"ר)
93.8 ± 8	86.4 ± 6*	מסת חדר שמאל (אינדקס)
67.1 ± 7	49.2 ± 5*	משקל רזה (ק"ג)
10.1 ± 2.1	18.7 ± 4.1*	שומן גוף (%)

* הבל משמעותי בין הקבוצות

הכוח שפותח במשך התרגיל האיזומטרי ב-30% מן היכולת המרבית היה גבוה בצורה מובהקת ($P < 0.05$) אצל קבוצת הגברים מאשר אצל הנשים (38.2 ± 5.4 ק"ג לעומת 2.2 ± 30.1 ק"ג).

טבלה 2

תפקודים המודינמיים ותפקודי החדר השמאלי במנוחה ובמאמץ איזומטרי (DL) אצל גברים ונשים (ממוצע ± סטיית תקן)

משתנה	מנוחה	מאמץ	הבל מין	השפעת מאמץ	אינטראקציה
כוח סומל (ק"ג)	127.3 ± 8.1	15 ± 8.1	68.2 < .001		
דופק (פעימות/ד')	65 ± 6	93 ± 15	8.16 < 0.1	165.86 < .001	1.37 N.S
לחץ סיסטולי (מ"מ כספית)	124 ± 5	196 ± 12	24.54 < .100	82.40 < .001	2.76 N.S
לחץ דיאסטולי (מ"מ כספית)	75 ± 7	118 ± 11	0.48 N.S	878.05 < .001	3.26 N.S
ממוצע לחץ דם (מ"מ כספית)	89 ± 6	144 ± 11	5.55 < .05	1144.25 < .001	4.56 < .05
מסד סיסטולי (ס"מ)	3.25 ± .23	3.10 ± .26	1.74 N.S	17.38 < .001	0.30 N.S
מסד דיאסטולי (ס"מ)	4.88 ± .26	4.87 ± .32	18.84 < .100	2.38 N.S	1.48 N.S
עובי דופן חודד (מ"מ)	9.7 ± 1.2	9.7 ± 1.2	2.16 N.S	1.15 N.S	1.15 N.S
מקטע התכוונות (%)	33.5 ± 3.6	36.4 ± 3.8	5.21 < .05	10.35 < .01	1.44 N.S
מקטע האליטה (%)	62 ± 5	66 ± 5	4.72 < .05	10.51 < .01	1.15 N.S
עומת התכוונות (אינדקס)	2.99 ± .52	5.34 ± 1.08	.16 N.S	183.26 < .001	.06 N.S
מח הפעימה (מ"ל)	69 ± 11	74 ± 13	25.62 < .100	1.06 N.S	2.66 N.S
תנגודת ערוקים (דיונס/שני/ס"מ)	22 ± 4	22 ± 6	2.96 N.S	8.69 < .01	2.69 N.S
תגרות חגון (מ"ל/ק"מ ד')	4.3 ± 7	11.2 ± 3.0	3.92 N.S	16.2 < .01	1.15 N.S

תגובות המודינמיות ותגובות קרדיווסקולריות

אצל הנשים הדופק היה גבוה יותר במנוחה ($P < .01$) ועלה בצורה משמעותית אצל שתי הקבוצות במשך המאמץ. לחץ הדם הממוצע ולחץ הדם הסיסטולי היו גבוהים יותר בצורה משמעותית אצל הגברים ($P < .001$) גם במנוחה וגם במאמץ. אצל שתי הקבוצות היו ערכי לחץ הדם גבוהים משמעותית ($P < .05$) במשך ביצוע תרגיל ה-DEADLIFT בהשוואה לערכי המנוחה. נמצאה נטייה מובהקת ($P < .05$) לעליה מתונה יותר אצל הנשים, כפי שבאה לידי ביטוי באינטראקציה.

לא נמצאו הבדלים בלחץ הדיאסטולי בין הקבוצות במנוחה. לעומת זאת הלחץ הדיאסטולי עלה משמעותית בשתי הקבוצות ($P < .001$). במשך המאמץ תצורת החמצן הנמדדת במל/ק"ג/לדקה היתה דומה בשתי הקבוצות במנוחה ועלתה בצורה משמעותית במשך המאמץ ($P < .01$). לעומת ערכי מנוחה. בשתי הקבוצות עלתה ההתנגדות הסיסטמית בצורה לא מובהקת מבחינה סטטיסטית במעבר ממנוחה למאמץ, כשהעליה בולטת מעט יותר אצל הנשים. נפח הפעימה לא השתנה באופן משמעותי במעבר ממנוחה למאמץ אך היה תמיד ($P < .05$) גבוה יותר בקבוצת הגברים.

תגובות החדר השמאלי

בעובי דפנות החדר לא היה הבדל בין הקבוצות הן במנוחה והן בזמן ביצוע התרגיל האיזומטרי. ממדיו של מקטע הפליטה היו גבוהים יותר בצורה משמעותית אצל הגברים במנוחה ($P < .05$). מקטע פליטה זה עלה בצורה משמעותית בזמן המאמץ ($P < .001$) רק אצל הגברים. הממד הסוף דיאסטולי נשאר ללא שינוי במעבר ממנוחה למאמץ בשתי הקבוצות אך היה נמוך יותר בצורה משמעותית ($P < .001$) אצל הנשים גם במנוחה וגם במאמץ. בשתי הקבוצות הממד הסוף סיסטולי היה נמוך בצורה משמעותית ($P < .001$) בזמן המאמץ מאשר במנוחה. אינדקס ההתכווצות בשתי הקבוצות היה דומה במנוחה ועלה בצורה דומה ומשמעותית ($P < .001$) במשך המאמץ.

ד י ו ן

ממצאי המחקר מורים על כך שבמצב של עליה בלחץ הדם בשעת מאמץ איזומטרי תת מרבי אין הבדלים בנתוני תפקוד החדר השמאלי בין גברים לנשים. ההבדלים בכוח המרבי בין המינים נובעים כנראה, בגלל הבדלים בהרכב הגוף ובגודלו, הבדלים התלויים במין. ידוע היטב שהכוח המרבי נמצא במתאם גבוה עם מסת השריר המופעלת בשעת המאמץ. אצל הנשים גם משקל הגוף וגם משקל הגוף ללא שומן (Lean body mass) נוטים להיות נמוכים מאשר אצל הגברים, לכן יש לצפות, כפי שנמצא במחקר זה, שאצל נשים ימצא כוח מרבי נמוך משל גברים.

בתגובת לחץ הדם הממוצע נמצאה תגובת אינטראקציה המורה שלגברים עליה גדולה יותר בלחץ הדם הממוצע. תגובה זאת ניתן להסביר על ידי העובדה, שלמרות שהמאמץ בוצע ב-30% מן היכולת המרבית, מסת השריר שהופעלה במאמץ על ידי הנשים הייתה קטנה יותר. הסבר נוסף לממצא זה ניתן לראות בכך שנפח הדם הכללי אצל הנשים נמוך מאשר אצל הגברים. דבר זה עשוי להגביל את החזרה הוורידית ולהקטין את יכולת הנשים להפנות דם לשרירים הפעילים ועל ידי כך להשפיע על תגובת לחץ הדם (אסטרננד ואחי, 1964; אסטרננד ורודאל, 1977). בשתי הקבוצות חלה עליה בולטת בדופק במעבר ממנוחה למאמץ. מאחר שנפח הפעימה אינו משתנה, יש צורך בעליה בולטת בדופק כדי לקיים תפוקת לב מספקת (נאטר, שלנט והורסט, 1972; שגיב ואחי, 1986).

אחד המנגנונים העשויים להסביר את העליה בדופק הוא דיכוי רפלקס הלחץ (Baroreflex) במשך מאמץ סטאטי, המאפשר דופק יחסית גבוה (פישר ונאטר, 1974). אחרים טוענים שהדבר העשוי להשפיע על הדופק הוא השינוי בטונס הוואגאלי (Vagal tone), ולא רגישות רפלקס הלחץ במשך מאמץ איזוקינטי.

הממד הסוף דיאסטולי (EDD) היה נמוך יותר אצל הנשים. ניתן להסביר ממצא זה, בעובדה כי הלב הקטן יותר אצל הנשים, כפי שמעידים ערכי אינדקס המסה של החדר השמאלי. השהו גם אסטרננד ואחי (1964); קגילברג, רודי, וסגוסטרנד (1949). בשתי הקבוצות נשאר נפח הפעימה ללא שינוי במעבר ממנוחה למאמץ. ממצא זה תואם מחקרים קודמים (איהסני ואחי, 1981; לארד, פיקסלר והופפיניס, 1979; פרז-גונזלס, שילר ופרמלי, 1981; שגיב ואחי, 1986). גם במחקרים אלה לא נמצא שינוי בנפח הפעימה או שחל שינוי קל בלבד כתגובה למאמץ איזומטרי.

נפח הפעימה הגדול יותר, שנמצא אצל הגברים הן במנוחה והן במאמץ, תואם תצפיות של חוקרים אחרים על תגובות נפח הפעימה במאמץ דינאמי (אסטרננד ואחי, 1964; אסטרננד ורודאל, 1977; גוניאה ואחי, 1981). הבדלים אלו ניתן ליחס יותר להבדלים הקשורים למין, ולא דווקא להבדלים בכושר הגופני (נאטר, שלאנט והורסט, 1972). במטרה לקיים נפח פעימה מתאים ה-EDD עשוי לרדת בצורה משמעותית וה-ES עשוי לגדול במשך תרגיל DEADLIFT בהשוואה לפיתתה בכף היד (שגיב ואחי, 1986; 1988). כל זאת בגלל אופי תרגיל ה-DEADLIFT בו מתח שרירי היציבה במשך ביצוע התרגיל עשוי להגדיל את הלחץ הפנימי בחזה ובבטן.

הדבר שונה בלפיתה איזומטרית בכף היד, המבוצעת באופן טיפוסי במצב שכיבה, מצב שבו התגובה הנורמלית הוא עליה בממדי החדר השמאלי ללא שינוי בממדי שלב הפליטה (בנבדקים מאומנים ובלתי מאומנים). העובדה שהנשים לא הצליחו להפחית את הממד הסוף סיסטולי (טבלה 2) או לשנות את ממדי שלב הפליטה, עשויה להיות קשורה לאורח החיים הבלתי פעיל שלהן, ולעליה המהירה בלחץ הדם. מאמץ קשה ופתאומי מסוג זה אצל נשים בלתי פעילות עשוי להביא לתגובה דומה לזו שדווחה בעבר (גרוסמן ואח', 1977; היגנבוטאס ואח', 1984) לגבי גברים צעירים. אצלם נמצא שמקטע הפליטה עשוי לרדת עקב ביצוע מאמץ קשה ופתאומי.

העליה בלחץ הדם במשך מאמץ הכולל ביצוע כיווצים סטאטי כגון תרגיל ה- DEADLIFT יביא להעלאת לחץ הדם הסיסטולי והדיאסטולי. העליה בלחץ הדם הממוצע עשוי להשפיע על תפוקת הלב, על ממדי שלב הפליטה ונפחי הלב אשר תלויים גם במידת התקצרות סיבי החדר השמאלי במשך השלב הסיסטולי. למרות העליה בלחץ הדם הממוצע במחקר הנוכחי, אינדקס ההתכווצות עלה במשך המאמץ בשתי הקבוצות. העליה ביכולת התכווצות במאמץ איזומטרי בתרגיל ה- DEADLIFT דומה למה שמתרחש במאמץ דינאמי (דמר ואח', 1981). הנתונים המדווחים נמצאו בעזרת מכשיר האקורדיוגרפיה. ולמרות שאקורדיוגרפיה הוא האמצעי הרגיש ביותר למדידת שינויים בממדי הלב ובמסתו אצל האדם, המגבלות ביכולת ההפרדה של טכניקה זו מחייבות זהירות רבה בפרשנות של שינויים אקורדיוגרפיים קטנים (איהסני ואח', 1982). גם לאור עובדות אלו מורים ממצאי המחקר, שגברים ונשים נורמלים מגיבים למאמץ סטאטי מסוג DEADLIFT על ידי הגברת עוצמת ההתכווצות למרות העליה בממוצע לחץ הדם הממצאים ההמודינאמיים מורים, שגברים ונשים נבדלים בתגובות מדדי הפליטה במשך מאמץ DEADLIFT תת מרבי. אולם, לא בעוצמת ההתכווצות. במלים אחרות, נשים יבצעו מאמץ איזומטרי מסוג DEADLIFT עם עומס יחסית נמוך יותר מאשר גברים. זאת בגלל מסת השרירים הנמוכה יותר המשתתפת אצלם בצורה פעילה במאמץ.

מתוצאות מחקר זה עולה איפוא, כי על העוסקים בהפעלת תכניות לימודים המכוונות לבצוע מאמצים כנגד משקלות - כגון: מורים לחינוך גופני מדריכי חדר כושר - לקחת בחשבון את התופעות הפיזיולוגיות להלן. האחת, העליה הפתאומית בלחץ הדם והשנייה עדיף כי הבנות - בהשוואה לבנים - תבצענה מאמצים בהתנגדות קטנה יותר.

רשימת מקורות

- Asmussen, E. (1981). Similarities and dissimilarities between static and dynamic exercise (Suppl I) *Circ Res* ; 48 : 3-10.
- Astrand, P.O., T.E. Cuddy, B. Saltin, J. Stenberg (1964). Cardiac output during submaximal and maximal work. *J Appl Physiol.*, 19:268-274.
- Astrand, P.O., K. Rodahl (1977). **Textbook of Work Physiology.** New-York, McGraw-Hill:198.
- Behnke, A.R., J. Wilmore (1974). **Evaluation and regulation of body build and composition.** Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, Inc.
- Colan, S.D., K.M Borow, A. Neuman (1984). The left ventricular end systolic wall stress velocity of fiber shortening: A load independent index of myocardial contractility. *JACC.* 4:715-724.
- Dehmer, G.J., S.E. Lewis, L.D. Hillis, J. Corbett, J.T. Willerson (1981). Exercise-induced alterations in left ventricular volumes and pressure-volume relationship: A sensitive indicator of left ventricular dysfunction in patients with coronary artery disease. *Circulation*, 63:1008-1018.
- Devereux, R.B., N. Reichek (1977). Echocardiographic determination of left ventricular mass in man. Anatomic validation of the method. *Circulation*, 55:613-618.
- Dodge, H.T., R.E. May, H. Sandler (1962). An angiographic method for directly determining left ventricular stroke volume in men. *Circ.Res.*, 11:739-745.
- Ehsani, A.A., G.W. Heath, J.M. Hagberg, K. Schechtman (1981). Noninvasive assessment of change in left ventricular function induced by graded isometric exercise in healthy subjects. *Chest*, 80:51-55.

- Ehsani, A.A., W.H. Martin, G.W. Heath, E.F. Coyle (1982). Cardiac effects of prolonged and intense exercise training in patients with coronary artery disease. **Am.J.Cardiol**, 50:246-253.
- Fisher, M.C., D.O. Nutter (1974). Cardiovascular reflex adjustments to static muscular contractions in the canine hindlimb. **Am J Physiol**, 226:648-655.
- Foster, C., J.D. Anholm, C.K. Hellman, J. Carpenter, M.L. Pollock, D.H. Schmidt (1981). Left ventricular function during sudden strenuous exercise. **Circulation**, 63:592-596.
- Gonyea, W.J., G. Diepstra, K.H. Muntz, J.H. Mitchell (1981). Cardiovascular response to static exercise in the conscious cat. **Circ Res**, 48:63-69.
- Grossman, W., E.E. Braunwald, T. Mann, L.P. McLaurin, L.H. Green (1977). Contractility state of the left ventricle in man as evaluated from end-systolic pressure-volume relations. **Circulation**, 56:845-852.
- Higginbotham, M.B., K.G. Morris, R.E. Coleman, F.R. Cobb (1984). Sex-related differences in the normal cardiac response to upright exercise. **Circulation**, 3:357-366.
- Kjellberg, S., V. Rudhe, T. Sjostrand (1949). The amount of hemoglobin and the blood volume in relation to the pulse rate and cardiac volume during rest. **Acta Physiol Scand**, 19:136-145.
- Laird, W.P., D.E. Fixler, F.D. Huffines (1979). Cardiovascular response to isometric exercise in normal adolescents, **Circulation**, 59:651-654.
- Lind, A.R., G.W. McNicol (1967). Circulatory responses to sustained handgrip contractions performed during other exercise, both rhythmic and static. **J Physiol** 192:595-607.

- Mitchell, J.H., F.C. Schibye, B. Saltin (1981). Response of arterial blood pressure to static exercise in relation to muscle mass. Force development and electrocardiographic activity. (Suppl I) *Circ Res*, 48:70-75.
- Nutter, D.O., R.C. Schlant, J.W. Hurst (1972). Isometric exercise and the cardiovascular system. *Mod Conc Cardio Dis*, 41:11-15.
- Perez-Gonzales, J.F., N.B. Schiller, W.W. Parmley (1981). Direct and noninvasive evaluation of the cardiovascular response to isometric exercise. *Circ Res* (Supple I), 48:138-148.
- Sagawa, K. (1981). The end-systolic pressure-volume relation of the ventricle: Definition, modification and clinical use (Editorial). *Circulation*, 63:1223-1227.
- Sagiv, M., P. Hanson, M. Besozzi, F. Nagle (1985). Left ventricular responses to upright isometric handgrip and deadlift in men with coronary artery disease. *Am J Cardiol*, 55:1298-1302.
- Sagiv, M., Y. Shapiro, D. Ben-Sira, H. Shapira (1986). Effect of isometric vs running training programs on left ventricular and hemodynamic alterations at rest on healthy adolescent girls. *J Sports Card*, 3:30-34.
- Sagiv, M., E. Goldhammer, E.G. Abinader, J. Rudoy (1988). Aging and the effect of increased afterload on left ventricular contractile state. *Med. Sci. Sport Exerc.* 20:281-284.
- Seals, D.R., R.N. Washburn, P.G. Hanson, J.F. Nagle, P. Painter (1983). Increased cardiovascular response to static contraction of large muscle group. *J Appl Physiol*, 54:434-437.

Shepherd J.T., C.G. Blomqvist, A.R. Lind, J.H. Mitchell, B. Setin (1981).

Static (isometric) exercise retrospective and introspective.

Suppl I 48:179-188.

Stefadouros, M.A., M.J. Dougherty, W. Grossman, E. Craige (1977).

Determination of systemic vascular resistance by noninvasive technique.

Circulation, 47:101-107.

Teichholz, L.E., T. Kreulen, M.V. Herman, R. Gorlin (1976). Problems in

echocardiographic volume determination. Echocardiographic angiographic

correlation in the presence or absence of asynergy. **Am J Cardiol**,

37:7-11.