

Dynamische Belastungsechokardiographie – Effekte unterschiedlicher Positionen der Ergometerliege

Dynamic Echocardiography – Effects of different ergometer positions

Busse M¹, Gansäuer S¹, Machold H, Thomas M², Tegtbur U³

Institut für Sportmedizin/Sportmedizinische Ambulanz und Rehabilitationszentrum der Universität Leipzig¹

(Direktor: Prof. Dr. med. M. W. Busse)

Orthopädische Klinik und Poliklinik der Universität Leipzig² (Direktor: Prof. Dr. med. G. von Salis-Soglio)

Sportmedizinisches Zentrum, Medizinische Hochschule Hannover³ (Leiter: Dr. med. U. Tegtbur)

Zusammenfassung

Busse M, Gansäuer S, Machold H, Thomas M, Tegtbur U. Dynamische Belastungsechokardiographie – Effekte unterschiedlicher Positionen der Ergometerliege. *Klinische Sportmedizin/Clinical Sports Medicine – Germany (KCS) 2001, 2(6): 94-97.*

Fragestellung: Die dynamische Echokardiographie wird zur Verbesserung des Schallfensters in halb-liegender Position, gelegentlich dabei auch in leichter Linksseitkipfung, durchgeführt. Insbesondere die Seitkipfung läßt die Belastung subjektiv deutlich stärker erscheinen. Zur Quantifizierung der objektiven Gegebenheiten wurden zunächst bei gesunden Probanden die Effekte unterschiedlicher Winkeleinstellungen der Ergometerliege auf den Wirkungsgrad sowie die physiologischen Leistungsdaten überprüft.

Material und Methode: Bei 10 gesunden Probanden wurde eine Dauerbelastung bei 100 Watt (alters- und gewichtsbezogener Normalwert 186 ± 45 W) auf einer Ergoline[®] er900EL Echokardiographie-Ergometerliege durchgeführt. Die Untersuchung erfolgte für jeweils 4min in 4 Positionen.

Ergebnisse:

1. Der Wirkungsgrad ist am höchsten bei Vertikalkippung von 40° ohne Seitkipfung (1393 ± 110 ml·min⁻¹), am niedrigsten bei Vertikalkippung von 30° und gleichzeitiger 42° Seitkipfung (1549 ± 92 ml·min⁻¹).
2. Bei diesen Ergometerpositionen liegt die Herzfrequenz bei $127 \cdot \text{min}^{-1} (\pm 15)$ vs. $135 \cdot \text{min}^{-1} (\pm 16)$, die Laktatkonzentration bei $2.1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1} (\pm 1)$ bzw. $2.5 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1} (\pm 1)$.
3. Das Blutdruckverhalten zeigt, bei dieser relativ niedrigen Belastung, keine relevanten lageabhängigen Unterschiede.

Fazit: Diese ersten Ergebnisse bei gesunden Probanden zeigen Unterschiede der Gesamtbelastung im Bereich von 11% in Abhängigkeit von der Ergometerkipfung. Die abschließende Beurteilung sollte sich daher eher auf die Angabe der Pulsfrequenz als der Ergometerleistung beziehen. Entgegen der subjektiven Beurteilung sind die objektiven Leistungsunterschiede auch bei stark unterschiedlichen Positionen der Ergometerliege jedoch relativ gering.

Schlüsselwörter: Dynamische Belastungsechokardiographie, Wirkungsgrad

Abstract

Busse M, Gansäuer S, Machold H, Thomas M, Tegtbur U. Dynamic Echocardiography – effects of different ergometer positions. *Klinische Sportmedizin/Clinical Sports Medicine – Germany (KCS) 2001, 2(6): 94-97.*

Objective: To improve the view quality of dynamic echocardiography the examination is often performed in half-upright position, which may be combined with a left-laterally inclination. To quantify the physiological response the effects of different echocardiography ergometer positions were checked in 20 normals.

Methods: In 20 normals a 100 watt (age and weight related reference values 186 ± 45 watt) constant load test was performed on an Ergoline[®] er 900EL echocardiography-cycleergometer. Each of the 4 ergometer positions was performed for 4 min.

Results:

1. Oxygen uptake was lowest for a 40° vertical-tilt without lateral tilt (1393 ± 110 ml·min⁻¹), highest for a 30° vertical-tilt with simultaneous 42° lateral tilt (1549 ± 92 ml·min⁻¹).
2. For these ergometer tilts the heart rate was $127 \cdot \text{min}^{-1} (\pm 15)$ vs. $135 \cdot \text{min}^{-1} (\pm 16)$, blood lactate $2.1 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1} (\pm 1)$ vs. $2.5 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1} (\pm 1)$.
3. No relevant differences were found for systolic or diastolic blood pressure values.

Conclusions: These first results in normals demonstrate differences of energy expenditure of 11% in dependency of ergometer tilt. Thus results of dynamic echocardiography should not refer to absolute ergometer load, but (to) the respective heart rate values.

Key words: Dynamic echocardiography, efficiency

Einleitung

Bei allen bekannten Problemen bietet die dynamische Belastungsechokardiographie gegenüber der pharmakologischen Belastung den Vorteil, Hypokinesien bestimmten Belastungsintensitäten sowie einem physiologischen Herz-Kreislaufverhalten zuordnen zu können [2,3]. Je nach Schallfenster werden horizontale oder zunehmend vertikale Liegepositionen bis hin zum Sitzen angewandt [1,4,5]. Neben der grundsätzlichen Ischämiediagnostik erlaubt dies eine exaktere Beurteilung der funktionellen Einschränkung, auch im Vergleich zum Belastungs-EKG. Voraussetzung hierfür ist, daß der Wirkungsgrad auch bei unterschiedlichen Kippstellungen der Ergometerliege gleichbleibt. In dieser ersten Untersuchung hierzu werden während leichter Dauerbelastung die Effekte unterschiedlicher Kippstellungen auf Sauerstoffaufnahme (VO_2), Laktatkonzentration (Lac_t), respiratorischen Quotienten (RQ), Herzfrequenz (Hf) und Blutdruck (RR) überprüft.

Methodik

20 Probanden (19 - 37 Jahre, $68,2 \pm 7,5$ kg, mittlere alters- und gewichtsbezogene Maximalleistung 186 ± 45 Watt) wurden auf einer Ergoline® er900EL Echokardiographieliege untersucht. In randomisierter Reihenfolge wurden folgende Positionen der Liege eingestellt (Abb. 1a-d):



Abbildung 1 a



Abbildung 1 b



Abbildung 1 c



Abbildung 1 d

Abbildung 1 a-d Untersuchungspositionen der Kippliege in vertikaler und seitlicher Neigung.

a) Position 1 (vertikal 40°/seitwärts 0°) b) Position 2 (vertikal 0°/seitwärts 0°)

c) Position 3 (vertikal 0°/seitwärts 42°) d) Position 4 (vertikal 30°/seitwärts 42°)

Die Belastung betrug in allen Fällen 100 W, entsprechend ca. 54% der Maximalleistung. Bestimmt wurden in Ruhe und am Ende jeder Belastungsphase Herzfrequenz (Hf), Blutdruck (RR), Blutlaktat (Lac), Sauerstoffaufnahme (VO_2) und respiratorischer Quotient (RQ). Der Wirkungsgrad wurde als Verhältnis aus abgegebener Leistung des Ergometers und Arbeitsumsatz (Gesamtumsatz – Ruheumsatz) errechnet. Die Umsatzmessung erfolgte als indirekte Kalorimetrie, wobei ein Energieäquivalent von 20 KJ/l O_2 zugrunde gelegt wurde.

Unterschiede wurden im t-Test für wiederholte Stichproben auf Signifikanz überprüft. Im Gegensatz zum Vergleich unterschiedlicher Gruppen spielt hier die Normalverteilung des Kollektivs keine Rolle, intraindividuelle Differenzen können als normalverteilt vorausgesetzt werden. Signifikanzangaben: $p < 0.5$:*; $p < 0.1$:**; $p < 0.005$:***; $p < 0.001$:*.

Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Position	E	VO_2	RQ	Lac	Hf	RRsys	RRdia
1) V40° / S 0° Stabw	0.27 0.03	1390 105	0.99 0.05	2.07 0.88	127 15	160 9	66 7
2) V 0° / S 0° Stabw	0.25 0.03	1490 129	1.01 0.06	2.84 1.37	126 13	159 11	70 6
3) V 0° / S42° Stabw	0.24 0.02	1527 69	1.02 0.04	2.51 0.84	134 14	162 13	70.00 10
4) V30° / S42° Stabw	0.24 0.03	1549 92	1.02 0.04	2.45 0.89	135 16	162 12	68 7

SIGNIFIKANZEN	Position 1 vs 2	Position 1 vs 3	Position 1 vs 4	Position 2 vs 3	Position 2 vs 4
VO_2	2 > 1 p**	3 > 1 p**	4 > 1 p***	n.s.	n.s.
Hf	n.s.	3 > 1 p***	4 > 1 p***	3 > 2 p**	4 > 2 p***
E	1 > 2 p**	1 > 3 p***	1 > 4 p**	n.s.	n. s.

Tabelle 1 Wirkungsgrad (E), Sauerstoffaufnahme (VO_2 , l·min⁻¹), Respiratorischer Quotient (RQ), Blutlaktat (Lac, mmol·l⁻¹), Herzfrequenz (Hf, ·min⁻¹), RRsys und RRdia (Torr) während konstanter leichter Belastung in Abhängigkeit von der Kippung der Ergometerliege.

Der Energieumsatz nimmt in der Reihe der Positionen von 1 – 4 zu, wobei die Seitkippung eine erkennbare Mehrbelastung verursacht. Dies repräsentiert auch die Herzfrequenz, während der Blutdruck durch die Ergometerpositionen nicht relevant beeinflußt wird.

Diskussion

Die vorliegenden Daten zeigen bereits für die vergleichsweise geringe Belastung (ca. 50% der Maximalleistung) eine Beeinflussung des Wirkungsgrades insbesondere durch die Seitkippung der Liege. Die in der Belastungssechokardiographie häufig gewählte 45°-Vertikalkippung ohne Seitkippung (Position 1) führt zu dem höchsten Wirkungsgrad bzw. dem relativ geringsten Energieumsatz. Einschränkungen der vorliegenden Serie liegen im Fehlen von Probanden mit antihypertoner Medikation, höherer Altersgruppen sowie unterschiedlicher Belastungsstufen. Es steht ferner ein Vergleich zwischen Sitz- und Halbliegendergometrie aus.

Insgesamt zeigt die vorliegende Untersuchung, daß Untersuchungsergebnisse der dynamischen Belastungsergometrie mit gewisser Einschränkung auf die Leistung bezogen werden können. Als Orientierungsgröße ist eher die Herzfrequenz zu empfehlen, da diese den unterschiedlichen Wirkungsgraden entsprechend variiert. Letztendlich sind jedoch die objektiven Unterschiede auch der Sauerstoffaufnahme relativ gering. Der subjektive Eindruck der Probanden, die die Seitkippung als erhebliche Mehrbelastung empfanden, kann damit durch die objektiven Befunde nicht bestätigt werden. Von einer

erheblichen Verfälschung der Ergebnisse durch variierende Positionen der Ergometerliege während des Untersuchungsgangs ist nicht auszugehen.

Literatur

1. Badruddin SM, Ahmad A, Mickelson J, Abukhalil J, Winters WL, Nagueh SF, Zoghbi WA (1999) Supine bicycle vs post-treadmill exercise echocardiography in the detection of myocardial ischemia: a randomized single-blind crossover trial.
2. Jaussi A, Savcic M, Delabays A, Kappenberger L (1996) Supine bicycle exercise echocardiography: a potent immediately available tool for the detection and localization of myocardial ischemia for the initial cardiologist. *Echocardiography* 13: 281-286
3. Ryan T, Feigenbaum H (1992) Exercise echocardiography. *Am J Cardiol* 69: 82H-89H
4. Ryan T, Segar DS, Sawada SG, Berkowitz KE, Whang D, Dohan AM, Duchak J, White TE, Foltz J, O'Donnell JA (1993) Detection of coronary artery disease with upright bicycle exercise echocardiography. *Am J Soc Echocardiogr* 6: 186-197
5. Simard M, Heng MK, Udhoji VN, Weber L (1983) Exercise two-dimensional echocardiography: a technique for improving ultrasound images during exercise stress. *Clin Cardiol* 6: 318-326

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. med. M. Busse

Institut für Sportmedizin/Sportmedizinische Ambulanz und Rehabilitationszentrum der Universität Leipzig

Jahnallee 59, D-04109 Leipzig

e-mail: <http://www.drmbwl@aol.com>; Fax: -49341-9731669; Tel.: -49341-9731664