

## บทคัดย่อ 1

### ผลของการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายต่อประสิทธิภาพการออกกำลังกายในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดโรคหัวใจ Tetralogy of Fallot

**วัตถุประสงค์** ปัจจุบันการตรวจคลื่นเสียงสะท้อนความถี่สูงของเนื้อเยื่อหัวใจเป็นการตรวจการทำงานของหัวใจ การใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็นปัจจัยทำนายต่อการตายในผู้ป่วยผู้ใหญ่หลังการผ่าตัดโรคหัวใจ tetralogy of Fallot การศึกษาเพื่อการตรวจคลื่นเสียงสะท้อนความถี่สูงของหัวใจตัวใดที่มีความสัมพันธ์กับการใช้ออกซิเจนสูงสุด

**วิธีการ** ศึกษาในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดโรคหัวใจ tetralogy of Fallot 30 ราย ได้รับการตรวจประสิทธิภาพการออกกำลังกาย และการตรวจเสียงสะท้อนความถี่สูงของเนื้อเยื่อหัวใจเพื่อดูการทำงานทั้งการบีบตัวและการคลายตัวของหัวใจ

**ผลการศึกษา** พบว่าผู้ป่วย 30 ราย เป็นเพศชาย 19 ราย เพศหญิง 11 ราย อายุเฉลี่ย 16 ปี (ตั้งแต่ 9 ปี ถึง 25 ปี) อายุเฉลี่ยที่ได้รับการผ่าตัด 6 ปี (ตั้งแต่ 2 ปี ถึง 14 ปี) ประสิทธิภาพการออกกำลังกายลดลงโดยมีค่าเฉลี่ยของ  $\dot{V}O_{2peak}$   $33 \pm 9$  mL/kg/min จากการตรวจคลื่นเสียงสะท้อนความถี่สูงของหัวใจพบว่ามีการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายผิดปกติ (diastolic left ventricular dysfunction) ของผู้ป่วยลดลง 23 ราย โดยได้จำแนกผู้ป่วยตามการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ที่การทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายปกติ มีจำนวน 7 คน อายุมัธยฐาน 12 ปี กลุ่มที่ 2 มีการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายผิดปกติระดับ 2 มีจำนวน 15 คน อายุมัธยฐาน 15 ปี และ กลุ่มที่ 3 มีการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายผิดปกติระดับ 3 และ 4 มีจำนวน 8 คน อายุมัธยฐาน 18 ปี พบว่าค่า  $\dot{V}O_{2peak}$  และ  $\dot{V}O_{2AT}$  ในผู้ป่วยกลุ่ม 1 ที่การทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายปกติมีค่ามากกว่าผู้ป่วยกลุ่มที่ 2 และ กลุ่มที่ 3 ที่การทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความเร็วของกล้ามเนื้อหัวใจในช่วงการคลายตัวมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการออกกำลังกาย ( $\dot{V}O_2$ )  $r=0.51$  ( $p=0.005$ )

**สรุป** การทำงานช่วงการคลายตัวของหัวใจห้องล่างซ้ายผิดปกติมีความสัมพันธ์กับการใช้ออกซิเจนสูงสุด ดังนั้นควรจะตรวจการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดโรคหัวใจ tetralogy of Fallot

**คำสำคัญ** หัวใจห้องล่างซ้าย การทำงานช่วงการคลายตัวของหัวใจ ประสิทธิภาพการออกกำลังกาย ผู้ป่วยหลังการผ่าตัดโรคหัวใจ tetralogy of Fallot

## Abstract 1

### Effects of Left Ventricular Function on the Cardiopulmonary Response to Exercise in Patients with Repaired Tetralogy of Fallot

**Background:** Tissue Doppler imaging has been recently used to evaluate ventricular function. Peak oxygen uptake ( $\dot{V}O_{2peak}$ ) has been demonstrated as a predictor for death in adults with repaired tetralogy of Fallot (TOF). The aim of this study was to determine which Doppler parameters correlated with  $\dot{V}O_{2peak}$  in patients with repaired TOF.

**Methods:** Thirty patients with TOF underwent for total correction were studied. Echocardiography and exercise test were performed. Doppler echocardiogram and tissue Doppler imaging were performed to evaluate systolic and diastolic ventricular function.

**Results:** In thirty patients with repaired TOF (median age 14 years, range 9 to 25 years), 11 patients (37%) were female. Seven patients (median age 12 years) had normal diastolic left ventricular function, whereas the rest of the patients were classified as diastolic dysfunction grade II (median age 15 years, n=15) and III&IV (median age 18 years, n=8). The oxygen uptake at anaerobic threshold ( $\dot{V}O_{2AT}$ ) and peak exercise in patients with diastolic left ventricular function was significantly lower than that in those with normal diastolic function. Also,  $\dot{V}O_{2AT}$  and  $\dot{V}O_{2peak}$  in patients with diastolic dysfunction grade III&IV were significantly lower than that in those with diastolic dysfunction grade II. Left ventricular early diastolic myocardial velocity was most closely correlated to  $\dot{V}O_{2peak}$  ( $r = 0.51$ ,  $p = 0.005$ ). Peak early ventricular filling velocity to early diastolic myocardial velocity ratio was significantly correlated with  $\dot{V}O_{2peak}$  ( $r = -0.50$ ,  $p = 0.006$ ).

**Conclusion:** Diastolic left ventricular dysfunction is correlated with  $\dot{V}O_{2peak}$ . Diastolic left ventricular function should be a routine echocardiographic assessment in patients with repaired TOF.

**KEYWORDS:** Left ventricle; diastolic function; exercise; repaired tetralogy of Fallot

## บทคัดย่อ 2

### การเต้นของหัวใจที่แปรปรวน และประสิทธิภาพการออกกำลังกายในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดโรคหัวใจ Tetralogy of Fallot

**วัตถุประสงค์** การเต้นของหัวใจที่แปรปรวนเป็นการตรวจการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติภาวะการเต้นหัวใจผิดปกติและการตายเป็นภาวะแทรกซ้อนที่สำคัญในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดโรคหัวใจ tetralogy of Fallot การใช้ออกซิเจนสูงสุดเป็นปัจจัยทำนายต่อการตายในผู้ป่วยผู้ใหญ่หลังการผ่าตัดโรคหัวใจ tetralogy of Fallot ศึกษาเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างการเต้นของหัวใจที่แปรปรวน และประสิทธิภาพการออกกำลังกาย

**วิธีการ** ศึกษาในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดโรคหัวใจ tetralogy of Fallot 30 ราย ได้รับการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ การตรวจเสียงสะท้อนความถี่สูงของเนื้อเยื่อหัวใจ ประสิทธิภาพการออกกำลังกาย และคลื่นไฟฟ้าหัวใจ 24 ชั่วโมงในช่วงเริ่มศึกษาและ 1 ปี เพื่อเพื่อดูความสัมพันธ์ระหว่างการเต้นของหัวใจที่แปรปรวน และประสิทธิภาพการออกกำลังกาย

**ผลการศึกษา** พบว่าผู้ป่วย 30 ราย เป็นเพศชาย 19 ราย เพศหญิง 11 ราย อายุเฉลี่ย 16 ปี (ตั้งแต่ 9 ปี ถึง 25 ปี) อายุเฉลี่ยที่ได้รับการผ่าตัด 6 ปี (ตั้งแต่ 2 ปี ถึง 14 ปี) พบว่าการเต้นของหัวใจที่แปรปรวน ในส่วนของ frequency domain ทั้ง low และ high frequency มีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการออกกำลังกาย ( $\dot{V}O_{2peak}$ )  $r=0.56$  ( $p=0.0013$ ) และ  $r=0.44$  ( $p=0.016$ ) ตามลำดับ หลังจากนั้นได้ติดตามผู้ป่วยประมาณ 1 ปีโดยเฉลี่ย (ตั้งแต่ 5 เดือน ถึง 20 เดือน) พบว่าผลการตรวจคลื่นเสียงสะท้อนความถี่สูงของหัวใจถึงการทำงานของหัวใจห้องล่างขวาและห้องล่างซ้าย ประสิทธิภาพการออกกำลังกาย heart rate variability และผลการตรวจระดับ Pro-BNP ในเลือดทั้งสองครั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามการเต้นของหัวใจที่แปรปรวน ในส่วนของ frequency domain ทั้ง low และ high frequency ยังคงมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการออกกำลังกาย ( $\dot{V}O_2$ )  $r=0.43$  ( $p=0.03$ ) และ  $r=0.52$  ( $p=0.007$ ) ตามลำดับ นอกจากนี้ความเร็วของกล้ามเนื้อหัวใจในช่วงการคลายตัวมีความสัมพันธ์กับการใช้ออกซิเจนสูงสุด  $r=0.51$  ( $p=0.005$ )

**สรุป** การเต้นของหัวใจที่แปรปรวนมีความสัมพันธ์กับประสิทธิภาพการออกกำลังกายการทำงานในช่วงเริ่มศึกษาและ 1 ปี ช่วงการคลายตัวของหัวใจห้องล่างซ้ายผิดปกติมีความสัมพันธ์กับการใช้ออกซิเจนสูงสุด ดังนั้นการเต้นของหัวใจที่แปรปรวนและการคลายตัวของหัวใจห้องล่างซ้ายผิดปกติ น่าจะเป็นสาเหตุของประสิทธิภาพการออกกำลังกายที่ลดลงในผู้ป่วยหลังการผ่าตัดโรคหัวใจ tetralogy of Fallot

**คำสำคัญ** การเต้นของหัวใจที่แปรปรวน    ประสิทธิภาพการออกกำลังกาย    ผู้ป่วยหลังการผ่าตัด  
โรคหัวใจ tetralogy of Fallot

## Abstract 2

### Heart Rate Variability and Exercise Capacity in Patients with Repaired Tetralogy of Fallot

**Background:** Heart rate variability (HRV) has been used as a reliable method to detect autonomic nervous system activity. Ventricular tachycardia and sudden cardiac death have been devastating complications in patients after repaired tetralogy of Fallot (TOF). Peak oxygen uptake ( $\dot{V}O_{2peak}$ ) has been a predictor for death in adults with repaired TOF. We sought to study the correlation between HRV and exercise capacity.

**Methods:** Thirty patients (F/M=11/19) with tetralogy of Fallot underwent for total correction were studied. Electrocardiography, echocardiography, exercise test and a 24 hour Holter ECG were performed at entry and at one year follow-up. HRV analysis including frequency domain and time domain was obtained from 24 hour Holter monitoring. Relationship between HRV analysis and exercise capacity was evaluated during a year follow-up.

**Results:** Median age was 14 years (range 9 to 25 years). Median follow-up time was 11.6 months (range 5.3 to 20.2 months). Low and high frequency domain heart rate variability significantly correlated with peak oxygen uptake ( $r=0.56$ ,  $p=0.001$ ;  $r=0.44$ ,  $p=0.02$ , respectively). After one year follow-up, peak oxygen uptake and HRV analysis were not different from those at entry. However, low and high frequency domain heart rate variability still significantly correlated with peak oxygen uptake ( $r=0.43$ ,  $p=0.03$ ;  $r=0.52$ ,  $p=0.007$ , respectively). Left ventricular early diastolic myocardial velocity was most closely correlated to the  $\dot{V}O_{2peak}$  ( $r = 0.51$ ,  $p = 0.005$ ). Peak early ventricular filling velocity to early diastolic myocardial velocity ratio (E/Em) significantly correlated with  $\dot{V}O_{2peak}$  ( $r = -0.50$ ,  $p = 0.006$ ).

**Conclusions:** Heart rate variability has a significant correlation with peak oxygen uptake at entry and at one year follow-up. Left ventricular early diastolic myocardial velocity was correlated with the  $\dot{V}O_{2peak}$ . Impaired cardiovascular autonomic control and diastolic left ventricular dysfunction may be responsible for exercise intolerance in patients with repaired tetralogy of Fallot. Long term follow-up for exercise test, and a 24 hour Holter monitoring is warranted.

**KEYWORDS:** Heart rate variability; exercise capacity; repaired tetralogy of Fallot