

การเกิดหลอดเลือดแดงโคโรนารีซ้ายออกจากหลอดเลือดแดงปอดในผู้ป่วยเด็ก: การศึกษาย้อนหลัง 20 ปี ณ ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ประเทศไทย

วนิดา บุญทะวี พ.บ.* สุลิเดช แสงจัน พ.บ.**

อลงกร เพ็งสรวิน พ.บ.*** มีก สุขะวง ปร.ด.**** สีหะพงษ์ เพชรรัตน์ พ.บ.*****

บทคัดย่อ

ภาวะหลอดเลือดแดงโคโรนารีซ้ายออกจากหลอดเลือดแดงปอด (Anomalous Left Coronary Artery from the Pulmonary Artery: ALCAPA) เป็นความผิดปกติแต่กำเนิดของหลอดเลือดโคโรนารี ที่พบได้ไม่บ่อยในผู้ป่วยเด็ก ภาวะนี้จะพบได้น้อยแต่เป็นภาวะที่คุกคามต่อชีวิต และอาจส่งผลให้เกิดภาวะการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายบกพร่องและภาวะลิ้นหัวใจไมทรัลรั่ว หากไม่ได้รับการรักษาอย่างทันท่วงทีมักเสียชีวิตตั้งแต่วัยทารก การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนและวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังจากเวชระเบียนของผู้ป่วยเด็ก จำนวน 15 ราย ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น ALCAPA และได้รับการผ่าตัดแก้ไข ณ ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2567

ผลการวิจัย จากการบันทึกผู้ป่วย 15 ราย ได้เข้าการวินิจฉัยเมื่ออายุในช่วง 2-192 เดือน (มีค่ามัธยฐาน ที่ 7 เดือน) ส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 66.7) อาการที่พบมากที่สุดคือ ลิ้นหัวใจไมทรัลรั่วตั้งแต่กำเนิด (ร้อยละ 100) และ ภาวะหัวใจล้มเหลว (ร้อยละ 73.3) การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจพบภาวะหัวใจห้องล่างซ้ายโต ร้อยละ 93.8 และภาวะกล้ามเนื้อหัวใจตายด้านหน้าและด้านข้าง (anterolateral MI) ร้อยละ 73.3 การผ่าตัดส่วนใหญ่เป็นการย้ายหลอดเลือดแดงโคโรนารีโดยตรง (ร้อยละ 93.3) และ มีการผ่าตัดซ่อมแซมลิ้นหัวใจไมทรัลร่วมด้วย (ร้อยละ 33.3) มีอัตราการเสียชีวิตในระยะแรกหลังผ่าตัด ร้อยละ 33.3 โดยสัมพันธ์กับภาวะหัวใจห้องล่างซ้ายทำงานผิดปกติอย่างรุนแรงและมีลิ้นหัวใจไมทรัลรั่วหลังการรักษา ผู้ที่รอดชีวิต พบว่ามีการทำงานของหัวใจดีขึ้นอย่างชัดเจน ร้อยละ 67.1 ผลการติดตามในระยะเฉลี่ย 10 ปี พบว่าผู้ป่วย 10 ราย มีอาการดีขึ้น อยู่ในระดับ New York Heart Association (NYHA) Class I และ มีเพียง 1 ราย ที่อยู่ในระดับ class II

สรุปได้ว่าผลการผ่าตัดรักษา ALCAPA ในระยะแรกช่วยเพิ่มอัตราการรอดชีวิตในระยะยาว อย่างไรก็ตาม หากผู้ป่วยมีภาวะหัวใจห้องล่างซ้ายทำงานผิดปกติรุนแรงและลิ้นหัวใจไมทรัลรั่วมากก่อนผ่าตัดจะมีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตที่สูงขึ้น

คำสำคัญ: ALCAPA การทำงานของหัวใจห้องล่างซ้าย ผลลัพธ์ระยะยาว

เลขที่จริยธรรมการวิจัย HE671689 ผ่านการตรวจไม่คัดลอกผลงาน พิจารณาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 3 ท่าน

วันที่รับบทความ 28 พฤษภาคม 2568 วันที่แก้ไขบทความเสร็จ 21 สิงหาคม 2568 วันที่ตอบรับบทความ 29 สิงหาคม 2568

*นักศึกษาหลักสูตรแพทย์ต่อ ยอดเฉพาะทางสาขาโรคหัวใจในเด็ก คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ

สปป.ลาว และ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

**อาจารย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ สปป.ลาว

***รองศาสตราจารย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ สปป.ลาว

****อาจารย์ มหาวิทยาลัยวิทยาศาสตร์สุขภาพ สปป.ลาว

*****อาจารย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ผู้ประสานบรรณกิจ อีเมล johnypech9265@gmail.com

**Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery
in pediatric patients: A 20-year retrospective study
at the Queen Sirikit Heart Center, Khon Kaen University, Thailand**

Vanida Bounthavy M.D.* Sourideth Sengchanh M.D.**
Alongkone Phengsavan M.D.*** Mick Soukavong Ph.D.**** Seehapong Petcharat M.D.*****

Abstract

Anomalous left coronary artery from the pulmonary artery (ALCAPA) is a rare congenital coronary artery anomaly in pediatric patients. Despite its rarity, ALCAPA can be life-threatening and may result in left ventricular dysfunction and mitral regurgitation. If not treated promptly, death often occurs in infancy. This study aimed to retrospectively review and analyze the medical records of 15 pediatric patients diagnosed with ALCAPA who underwent surgical correction at the Queen Sirikit Heart Center of the Northeast between January 2004 and September 2024.

Results: Research findings from a study of 15 patients presented with a diagnosis between the ages of 2–192 months (median of 7 months). The majority were female (66.7%). The most common conditions were congenital mitral regurgitation (100%) and heart failure (73.3%). Electrocardiographic findings showed left ventricular enlargement in 93.3% and anterolateral myocardial infarction in 73.3%. Most patients (93.3%) underwent direct reimplantation of the coronary artery, with concomitant mitral valve repair performed in 33.3% of cases. The early postoperative mortality rate was 33.3%, primarily associated with severe preoperative left ventricular dysfunction and significant mitral regurgitation. Among survivors, 67.1% demonstrated marked improvement in left ventricular function. Follow-up over an average of 10 years showed that 10 patients improved to a New York Heart Association (NYHA) Class I level, and only 1 patient was at Class II.

Conclusion: Early surgical correction of ALCAPA improves long-term survival. However, patients presenting with severe preoperative left ventricular dysfunction and significant mitral regurgitation remain at higher risk for mortality.

keywords: ALCAPA; left ventricular systolic function; long-term outcome

Ethical approval: HE671689, Plagiarism checked, 3 Reviewers.

Received 28 May 2025, Revised 21 August 2025, Accepted 29 August 2025

*A student of the fellowship of pediatric cardiology program, Faculty of Medicine, University of Health Sciences, Lao PDR and Faculty of Medicine, Khon Kaen University

**Lecturer, Faculty of Medicine, University of Health Sciences, Lao PDR

***Associate professor, Faculty of Medicine, University of Health Sciences, Lao PDR

****Lecturer, University of Health Sciences, Lao PDR

*****Lecturer, Faculty of Medicine, Khon Kaen University, Corresponding author,

E-mail: johnypech9265@gmail.com

บทนำ

ความผิดปกติของหลอดเลือดแดงโคโรนารีซ้ายที่มีจุดกำเนิดจากหลอดเลือดแดงปอด หรือที่เรียกว่า Anomalous left coronary artery from the pulmonary artery (ALCAPA) บางครั้งเรียกว่า กลุ่มอาการ Bland-white-garland (BWG) เป็นโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดที่พบได้ยากมาก¹⁻² โดยมีอุบัติการณ์ประมาณ 1 ในทารกแรกเกิดมีชีวิต 300,000 ราย หรือคิดเป็นเพียงร้อยละ 0.24-0.46 ของผู้ป่วยโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดทั้งหมด³⁻⁶ ความผิดปกตินี้ทำให้เกิดการกีดขวางของหลอดเลือดแดงโคโรนารีด้านขวาขยายตัว⁷ ALCAPA เป็นหนึ่งในสาเหตุที่พบบ่อยที่สุดของภาวะกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดหรือกล้ามเนื้อหัวใจตายเฉียบพลันในทารกและเด็ก⁸ กรณีหลอดเลือดหัวใจตีบหลังคลอดไม่เพียงพอ จะเกิดภาวะกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างซ้ายขาดเลือดอย่างรุนแรงและการทำงานผิดปกติ ผู้ป่วยส่วนใหญ่มีภาวะลิ้นหัวใจไม่ทึบรั่ว⁹ ประมาณร้อยละ 90 จะเสียชีวิตภายในปีแรกของชีวิต¹⁰ การวินิจฉัยว่าเป็น ALCAPA จะได้จากการตรวจหัวใจด้วยคลื่นความถี่สูง (echocardiogram) จะตรวจพบการไหลย้อนกลับที่ผิดปกติจากหลอดเลือดหัวใจด้านซ้ายไปยังหลอดเลือดแดงปอด หลอดเลือดหัวใจด้านขวาขยายตัว¹¹ ยังไม่มีการกล่าวถึงการรักษาผู้ป่วยเด็กหรือวัยรุ่นที่ไม่มีอาการจากโรค ALCAPA เมื่อตรวจพบความผิดปกติของระบบหลอดเลือดหัวใจ ภาวะกล้ามเนื้อหัวใจโตและภาวะลิ้นหัวใจไม่ทึบรั่วต้องผ่าตัดตั้งแต่เนิ่น ๆ¹² ในทารกที่มีอาการรุนแรงถือเป็นข้อบ่งชี้ในการผ่าตัดเร่งด่วน ซึ่งสามารถรักษาให้หายได้หากตรวจพบตั้งแต่ระยะเริ่มแรก พร้อมการดูแลติดตามอย่างใกล้ชิดและเหมาะสมในหอผู้ป่วยหนัก ดังนั้น ควรประเมินตำแหน่งกำเนิดของหลอดเลือดโคโรนารี โดยเฉพาะในผู้ป่วยที่มีภาวะกล้ามเนื้อหัวใจหนาตัวหลังการผ่าตัดย้ายหลอดเลือดโคโรนารีและซ่อมลิ้นหัวใจไม่ทึบ พบว่าการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายดีขึ้น และระดับการรั่วของลิ้นไม่ทึบลดลงจากรุนแรง เหลือปานกลางหรือเล็กน้อย¹ ด้วยโรคนี้เป็นความผิดปกติที่พบบ่อย อาจทำให้แพทย์คิดไม่ถึงปัญหาและไม่ได้รับการตรวจวินิจฉัยอย่างทันท่วงที อาจนำไปสู่การรักษาล่าช้าและถึงแก่ชีวิตได้ คณะผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาข้อมูลย้อนหลังของผู้ป่วยกลุ่มนี้ที่ได้รับการรักษาที่ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในช่วงเวลา 20 ปี (มกราคม 2547 ถึงกันยายน 2567) เพื่อทำความเข้าใจถึงอุบัติการณ์ คุณลักษณะ อาการและอาการแสดง การวินิจฉัย การรักษา และผลลัพธ์ระยะยาวของโรคนี้ในบริบทของประเทศไทย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลย้อนหลังในเด็กป่วย ด้วยการรักษาโรค ALCAPA ที่รับ ณ ศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ ในระหว่าง พ.ศ. 2547 ถึง พ.ศ. 2567 ถึงอุบัติการณ์การเกิดโรคคุณลักษณะประชากร อาการและอาการแสดง การวินิจฉัยโรค การรักษาด้วย การผ่าตัด ผลข้างเคียง ระยะเวลาอนโรงพยาบาล การทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายและผลในระยะยาวในผู้ป่วยเด็กอายุ 0-18 ปี

กรอบแนวคิดการวิจัย

การวิจัยย้อนหลังถึงการเกิดหลอดเลือดโคโรนารีซ้ายออกจากหลอดเลือดแดงปอดในผู้ป่วยเด็กนี้ มีกรอบแนวคิดชี้ นำ การทบทวนข้อมูลผู้ป่วยและวิเคราะห์เอกสารด้วยแนวคิดทฤษฎีทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับโรค ได้แก่ พยาธิสรีรวิทยา อาการวิทยา การรักษา และการฟื้นฟูสภาพผู้ป่วย เพื่อวิเคราะห์เชื่อมโยงกับข้อมูลประชากร (เช่น อายุ เพศ ประวัติครอบครัว โรคประจำตัว และยาที่ใช้ประจำ อาการ และอาการแสดง การตรวจร่างกาย ผลการตรวจวินิจฉัยเพิ่มเติม (เช่น การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ การตรวจหัวใจด้วยคลื่นความถี่สูง การตรวจสวนหัวใจ การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์หรือการตรวจด้วยคลื่นแม่เหล็ก (MRI)) การรักษาด้วยการผ่าตัด ระยะเวลาของการนอนโรงพยาบาล ภาวะแทรกซ้อน อัตราการเสียชีวิต และผลการติดตามระยะยาว เพื่อให้ได้ข้อมูลนำเข้าสู่ที่ครอบคลุมในการพัฒนาแนวทางการรักษาโรคหัวใจชนิดนี้

ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีการศึกษา ณ ศูนย์ศัลยกรรมที่เยอรมัน 2 แห่ง มีการศึกษาย้อนหลังของผู้ป่วย ALCAPA ที่ได้เข้ารับการผ่าตัด ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2523 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 มีผู้ป่วยประมาณ 30 ราย ที่ได้ทบทวนข้อมูลตั้งแต่ข้อมูลประชากร อาการวิทยา การวินิจฉัย การรักษา การติดตามผล¹³ จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยซูริค ประเทศตุรกี มีการทบทวนข้อมูลในลักษณะเดียวกัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2541 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 โดยมีผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น ALCAPA จำนวน 12 ราย และมีการทบทวนข้อมูลด้านประชากร อาการและอาการแสดง การวินิจฉัย การรักษา และการติดตามผล¹⁴ จากการศึกษาของมหาวิทยาลัยซูริค ประเทศตุรกี มีการทบทวนข้อมูลในลักษณะเดียวกัน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2541 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2564 โดยมีผู้ป่วยที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น ALCAPA จำนวน 12 ราย¹⁵

วิธีการวิจัย

การวิจัยย้อนหลัง โดยใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลผู้ป่วยของเวชระเบียนโรงพยาบาล ในผู้ป่วย 15 ราย ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น ALCAPA และเข้ารับการผ่าตัดระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงกันยายน พ.ศ. 2567 ข้อมูลที่เก็บรวมถึงคุณลักษณะประชากร อาการทางคลินิก ผลการวินิจฉัย และผลลัพธ์การติดตาม

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้ป่วยเด็กอายุ 0-18 ปี ที่ได้รับการวินิจฉัยว่าเป็น ALCAPA และได้รับการผ่าตัด ณ โรงพยาบาลที่ศึกษา โดยทบทวนและวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงก่อนและหลังการผ่าตัด ได้แก่ ผลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ ผลการตรวจหัวใจด้วยคลื่นความถี่สูง ผลการสวนหัวใจ และผลการตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์/คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้เป็นแบบบันทึกข้อมูลที่ผู้วิจัยพัฒนาจากการทบทวนวรรณกรรม แบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล ประกอบด้วย ข้อมูลด้านอายุ เพศ ประวัติครอบครัว โรคประจำตัว และการใช้ยา

ส่วนที่ 2 อาการทางคลินิก ประกอบด้วยข้อมูลด้านอายุที่ได้รับการวินิจฉัย อาการที่คนไข้มาพบแพทย์ การตรวจร่างกาย

ส่วนที่ 3 การตรวจวินิจฉัยเพิ่มเติม ประกอบด้วย ข้อมูลด้านคลื่นไฟฟ้าหัวใจ การตรวจหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง การตรวจสวนหัวใจ การตรวจเอกซเรย์คอมพิวเตอร์/คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ส่วนที่ 4 การรักษา ประกอบด้วยข้อมูลด้านวิธีการผ่าตัด ระยะเวลาที่นอนโรงพยาบาล ผลลัพธ์ภาวะแทรกซ้อน อัตราการเสียชีวิต

ส่วนที่ 5 การติดตามระยะยาว ประกอบด้วย ข้อมูลด้านอาการทั่วไป การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ การตรวจหัวใจด้วยคลื่นเสียงความถี่สูง

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

แบบบันทึกข้อมูลที่พัฒนานี้ได้รับการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 1 ท่านและอาจารย์แพทย์ 2 ท่าน รวม 3 ท่าน หลังจากได้รับข้อเสนอแนะแล้ว ได้ปรับปรุงแบบบันทึกตามคำแนะนำให้สมบูรณ์

การเก็บรวบรวมข้อมูล

หลังจากโครงการวิจัยได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัย จากมหาวิทยาลัยขอนแก่น แล้ว ได้ส่งหนังสือขออนุญาตไปยังผู้อำนวยการศูนย์หัวใจสิริกิติ์ฯ เพื่อขอเข้าถึงข้อมูลเวชระเบียนของโรงพยาบาล การดำเนินงานเป็นไปอย่างเป็นระบบโดยประสานงานกับหน่วยเวชระเบียนในการค้นหาและรวบรวมประวัติการรักษาของผู้ป่วยที่ตรงตามเกณฑ์ โดยได้ข้อมูลของผู้ป่วย 15 ราย ที่มีประวัติวินิจฉัยและข้อมูลครบถ้วนตามเกณฑ์คัดเข้า ระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2547 ถึงกันยายน พ.ศ. 2567 โดยเกณฑ์คัดออก คือ ผู้ป่วยที่มีข้อมูลไม่ครบถ้วน

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้สถิติเชิงพรรณรณานำเสนอข้อมูลพื้นฐานด้านประชากรศาสตร์ ลักษณะทางคลินิก การตรวจเพิ่มเติม การรักษา และการติดตามผลระยะยาวด้วยค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน และร้อยละ ตัวแปรต่อเนื่องจะนำเสนอด้วยค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือค่ามัธยฐาน และพิสัยควอร์ไทล์ขึ้นอยู่กับการแจกแจงของข้อมูล การวิเคราะห์ใช้โปรแกรมสถิติเฉพาะทางสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลทางการแพทย์

จริยธรรมการวิจัย

ได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยขอนแก่น เลขที่โครงการ HE671689 วันที่ 3 ธันวาคม พ.ศ. 2567 ผู้วิจัยให้ความสำคัญอย่างยิ่งต่อการปกป้องสิทธิและความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย ข้อมูลทั้งหมดที่บันทึกในแบบฟอร์มการวิจัย ที่เป็นข้อมูลพื้นฐาน ภาพถ่ายหรือข้อมูลการรักษาได้รับการเก็บรักษาเป็นความลับอย่างเคร่งครัด และใช้เพื่อวัตถุประสงค์ทางการศึกษาเท่านั้น แล้วทำลายทิ้งหลังจากการศึกษาแล้วเสร็จ

ผลการวิจัย

จากการวิจัยผู้ป่วย 15 ราย พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง จำนวน 10 ราย (คิดเป็นร้อยละ 66.7) ขณะที่ผู้ป่วยเพศชายมี 5 ราย (ร้อยละ 33.3) อายุมัธยฐานที่วินิจฉัย คือ 7 เดือน (ช่วงอายุ 2 ถึง 192 เดือน) น้ำหนักเฉลี่ย 6.6 กิโลกรัม (ช่วง 4.3-47 กิโลกรัม) และส่วนสูงเฉลี่ย 65 เซนติเมตร (ช่วง 57-156 เซนติเมตร) สิ่งที่น่าสนใจ คือ ผู้ป่วยทุกรายไม่มีประวัติโรคหัวใจในครอบครัว สำหรับการวินิจฉัยเบื้องต้น พบว่าผู้ป่วยมากกว่าครึ่ง คือ 8 ราย (ร้อยละ 53.33) ได้รับการวินิจฉัยเป็นภาวะลิ้นหัวใจไม่ทึบรั่วและมีความผิดปกติของหัวใจอื่น ๆ รวมด้วย ได้แก่ ผังกั้นห้องหัวใจห้องบนรั่ว (atrial septal defect) 2 ราย หลอดเลือดหัวใจเกิน (patent ductus arteriosus) 2 ราย กล้ามเนื้อหัวใจมีการขยายใหญ่และอ่อนแอ (dilated cardiomyopathy) 2 ราย และ (patent foramen ovale) 2 ราย ส่วนผู้ป่วยที่มีเพียงภาวะลิ้นหัวใจไม่ทึบรั่ว (mitral valve regurgitation) เท่านั้น มี 7 ราย (ร้อยละ 46.7) ภาวะแทรกซ้อนที่พบบ่อยที่สุดก่อนการรักษา คือ ภาวะหัวใจล้มเหลว ซึ่งพบในผู้ป่วย 11 ราย (ร้อยละ 73.33) ในด้านการใช้ยา พบว่าผู้ป่วยส่วนใหญ่ได้รับยาขับปัสสาวะร่วมกับดิจอกซิน (digoxin) 6 ราย (ร้อยละ 40) ยา inotropic 3 ราย (ร้อยละ 20) ยาขับปัสสาวะร่วมกับยา inotropic และ enalapril 2 ราย (ร้อยละ 13.3) ยาขับปัสสาวะร่วมกับ Digoxin และยาลดความดัน 2 ราย (ร้อยละ 13.3) Digoxin ร่วมกับ HCTZ 1 ราย (ร้อยละ 6.7) และผู้ป่วย 1 รายไม่ได้รับยาใด ๆ อายุมัธยฐานของผู้ป่วยเมื่อได้รับการวินิจฉัย ALCAPA คือ 7 เดือน (ช่วง 2-192 เดือน) อาการที่พบบ่อยที่สุด คือ ลิ้นหัวใจไม่ทึบรั่วแต่กำเนิด 15 ราย (ร้อยละ 100) รองลงมา คือ หายใจลำบาก 6 ราย (ร้อยละ 40)

ผลการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจในผู้ป่วย 11 ราย (ร้อยละ 73.33) แสดงคลื่น Q ลึกในลีด I, aVL และ V6 ซึ่งบ่งชี้ถึงการตายของกล้ามเนื้อหัวใจด้านหน้าและด้านข้าง ผู้ป่วย 14 ราย (ร้อยละ 93.3) พบหัวใจห้องล่างซ้ายโต (left ventricular hypertrophy: LVH)

ผลการตรวจ Echocardiogram แสดงให้เห็นหลอดเลือดหัวใจด้านซ้ายออกผิดปกติที่เกิดจาก หลอดเลือดแดงปอดใน 14 ราย (ร้อยละ 93.33) หลอดเลือดแดงโคโรนารีด้านขวาขยายใหญ่และมีกระแสเลือดไหลย้อนกลับ ผู้ป่วยทุกรายมีลิ้นหัวใจไมตรัลรั่วปานกลางถึงรุนแรง

การประเมินด้วยการสวนหัวใจและการตรวจหลอดเลือดหัวใจได้ ทำใน 14 ราย (ร้อยละ 93.33) เพื่อยืนยันความผิดปกติของหลอดเลือดแดงโคโรนารีด้านซ้าย การประเมินด้วย CTA/MRI ใน 9 ราย (ร้อยละ 60) พบ ALCAPA ที่มีหลอดเลือดหัวใจที่ผิดปกติต่อหลอดเลือดแดงปอดใน 8 ราย

ผู้ป่วย ALCAPA ทุกรายได้รับการผ่าตัดตามแนวทาง ACC/AHA 2008 ในจำนวน 14 ราย โดย 6 ราย ได้รับการผ่าตัดย้ายหลอดเลือดแดงโคโรนารีด้านซ้ายจากหลอดเลือดแดงปอดไปยังหลอดเลือดแดงใหญ่เท่านั้น ส่วนอีก 8 ราย ได้รับการผ่าตัดร่วมกับขั้นตอนอื่น ๆ

มีอัตราการเสียชีวิตอยู่ที่ร้อยละ 33.3 โดยมีผู้ป่วย 5 ราย ที่มีภาวะหัวใจห้องล่างซ้ายทำงานผิดปกติและลิ้นหัวใจไมตรัลรั่วรุนแรงผู้ป่วยเหล่านี้เสียชีวิต ในช่วงหลังผ่าตัดระยะแรก เนื่องจากปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจลดลง ทำให้การไหลเวียนของเลือดที่มีออกซิเจนไปเลี้ยงเนื้อเยื่อลดลงและเกิดภาวะหัวใจเต้นช้าภาวะแทรกซ้อนหลังการผ่าตัดที่พบบ่อยที่สุด มี 10 ราย (ร้อยละ 66.7)

สำหรับค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทำงานของหัวใจด้านซ้าย (EF) หลังผ่าตัดเท่ากับ ร้อยละ 49 ± 21 (ช่วง: ร้อยละ 7-77) สำหรับภาวะลิ้นหัวใจไมตรัลรั่วหลังผ่าตัด พบว่ามีระดับการรั่วเล็กน้อยใน 7 ราย (ร้อยละ 46.7) และไม่ได้รับการประเมินความรุนแรงของภาวะลิ้นหัวใจไมตรัลรั่วใน 3 ราย (ร้อยละ 20) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของการรักษาด้วยการผ่าตัด ภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดและการติดตามหลังผ่าตัด (n = 15)

	n	Mean $\pm$ SD	Median	Range
Surgical method				
Direct re-implantation	14			
Takeuchi repair	1			
Concomitant mitral repair	5			
ASD closure	2			
PFO closure	2			
PDA ligation	3			
Mortality	5			
Length of stay all in hospital		25.9 $\pm$ 17.6	20	10-72
Length of stay in ICU			11	2-80
Postoperative complication	10			
pleural effusion	5			
lung atelectasis	1			
anemia due to blood loss	5			

ตารางที่ 1 ผลของการรักษาด้วยการผ่าตัด ภาวะแทรกซ้อนหลังผ่าตัดและการติดตามหลังผ่าตัด (n = 15)
(ต่อ)

	n	Mean $\pm$ SD	Median	Rang
sepsis + AKI	None			
DIC	None			
At postoperative				
EF (%)		49 $\pm$ 21		7-77
Postoperative MR $\geq$ moderate	5			
Mild MR	7			

ASD: atrial septal defect; PDA: patent ductus arteriosus; PFO: patent foramen ovale; AKI: acute kidney injury; DIC: Disseminated intravascular coagulation; EF: ejection fraction; MR: mitral valve regurgitation.

การติดตามผลในระยะยาว

ได้ทำการติดตามผู้ป่วยเป็นเวลาเฉลี่ย 10 ปี (ช่วง 1.3–17 ปี) พบว่าผู้ป่วย 10 ราย มีอาการดีขึ้น โดยอยู่ในระดับ New York Heart Association (NYHA) Class I มี 9 ราย และมีเพียง 1 ราย ที่อยู่ในระดับ NYHA Class II ในกลุ่มผู้ป่วย ALCAPA 2 ราย พบภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะ เมื่อตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจระหว่างการติดตามจากการประเมินด้วยคลื่นเสียงสะท้อนหัวใจ มีผู้ป่วย ALCAPA 1 ราย ต้องได้รับการผ่าตัดครั้งที่สองเนื่องจากมีภาวะลิ้นหัวใจไมทรัลรั่วระดับปานกลางและมีอาการอยู่ในระดับ NYHA Class II ต่อมาผู้ป่วยเสียชีวิตหลังการผ่าตัดซ้ำ

ผลการติดตามระยะยาว แสดงให้เห็นการปรับปรุงที่น่าพอใจ โดยค่าการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้าย (LVEF) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 67 (ช่วงร้อยละ 54-74) ส่วนความรุนแรงของลิ้นไมทรัลรั่วที่ยังคงมีอยู่ ได้แก่ ระดับเล็กน้อย 6 ราย ระดับปานกลาง 2 ราย และระดับรุนแรง 2 ราย การทำงานของหัวใจในระยะหลายตัว มีค่าอยู่ในช่วง 3.57-28.52 mmHg โดย ค่า E/e' อยู่ในช่วง 4.78-25 ค่าเฉลี่ยของการทำงานการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างซ้าย (LVGLS) ปรับตัวดีขึ้นเป็นร้อยละ -20.6 (ช่วงร้อยละ 16.5 ถึง -24.3) นอกจากนี้ ยังพบหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่า หลอดเลือดแดงโคโรนารีซ้ายที่ได้รับการแก้ไขด้วยการผ่าตัดมีการทำงานที่ดีขึ้น โดยหลอดเลือด left anterior descending artery (LAD) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ -19 และ left circumflex artery (LCX) มีค่าเฉลี่ยร้อยละ -15.5 (ดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การติดตามอาการระยะยาวหลังผ่าตัด

	n	Median	Rang
Follow-up duration (year)	10	10	1.3-17
Reoperation (redo MR)	1 (death)		
ECG	9		
Arrhythmia	2		
NYHA classification			
I	9		

ตารางที่ 2 การติดตามอาการระยะยาวหลังผ่าตัด (ต่อ)

	n	Median	Rang
II	None		
III	None		
IV	None		
Follow-up Echocardiography	9		
LV function			
(EF%)		67.1	54-74
Mild MR	6		
Moderate MR	2		
Severe MR	2		
No collateral coronary	9		
LV global longitudinal strain	9		
LV GLS (%)		-20.6	-16.5 to -24.3
LAD (%)		-19	-14 to -3.75
LCX (%)		-15.5	-12.5 to -17.5
Diastolic function:			
LVPCWP (mmHg)			3.57 to 28.52
E/e'			4.78 to 25.06

ALCAPA: Anomalous origin of left coronary artery from the pulmonary artery; SD: Standard deviation; EF: Ejection fraction; MR: Mitral regurgitation; NYHA: New York Heart Association; E/e': early diastolic filling; LV GLS: Left ventricular global longitudinal strain; LVPCWP: Left ventricular pulmonary capillary wedge pressure (PCWP); LAD: left anterior descending; LCX: left circumflex arteries

อภิปรายผลการวิจัย

ALCAPA เป็นโรคหัวใจพิการแต่กำเนิดที่พบน้อยมาก และมักมีการพยากรณ์โรคที่ไม่ดีในเด็กทารก การวิจัยนี้ได้รายงานข้อมูลผู้ป่วย 15 ราย โดยเน้นไปที่ผลลัพธ์ทางคลินิก การติดตามผลทางคลินิกในระยะยาว การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ การตรวจคลื่นเสียงสะท้อนหัวใจเพื่อประเมินหลอดเลือดหัวใจด้านซ้าย รวมถึงการทำงานการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างซ้าย (LVGLS) สำหรับความผิดปกติแต่กำเนิดที่หายากนี้ ผลการศึกษาสอดคล้องกับแนวโน้มที่เป็นที่ยอมรับหลายประการ แต่ยังคงเน้นย้ำถึงความท้าทายในการจัดการและการดูแลหลังผ่าตัด

ผลการวิจัย พบว่าผู้ป่วยเป็นเพศหญิงเป็นส่วนใหญ่ ร้อยละ 66.7 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่รายงานไว้ว่า พบในผู้หญิงเป็นส่วนใหญ่¹³ อายุมัธยฐานที่ได้รับการวินิจฉัย คือ 7 เดือน (ช่วง 2-192 เดือน) ซึ่งสะท้อนถึงอาการของทารกแบบคลาสสิก ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับเอกสารที่ระบุว่า การวินิจฉัยล่าช้า หลังวัยทารกสัมพันธ์กับผลลัพธ์ที่แย่ลง¹⁶ ในการศึกษา พบว่าการไหลย้อนกลับของลิ้นหัวใจไมทรัลรั่ว (MR) และภาวะหัวใจล้มเหลว (CHF) เป็นอาการที่พบมากที่สุด ร้อยละ 73.33 ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับงานวิจัยอื่น

ที่รายงานว่า ผู้ป่วยส่วนใหญ่ ร้อยละ 66.7 มีอาการของโรคหัวใจล้มเหลวรุนแรง¹³ อย่างไรก็ตาม การศึกษาบางเรื่อง พบว่าผู้ป่วยมีการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายบกพร่องอย่างรุนแรง และมีการไหลย้อนของลิ้นหัวใจไม่ทรมามากกว่าระดับเล็กน้อย¹⁷ การศึกษานี้ พบว่าการตรวจหัวใจด้วยคลื่นความถี่สูงสามารถระบุการไหลเวียนของเลือดในหลอดเลือดหัวใจย้อนกลับผิดปกติได้ถึงร้อยละ 93.3 ของผู้ป่วยทั้งหมด การขยายใหญ่ขึ้นของ RCA พร้อมหลอดเลือดหัวใจที่ไหลออกด้านข้างหลอดเลือดแดงใหญ่ พบใน 13 ราย (ร้อยละ 86.7) การรั่วของลิ้นหัวใจไม่ทรมระดับปานกลางถึงรุนแรง พบในผู้ป่วยทุกราย และการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายที่ไม่ดี พบในผู้ป่วย 2 ราย (ร้อยละ 13.33) หลายงานวิจัยได้แสดงให้เห็นว่า สามารถวินิจฉัยโรคได้ด้วยการตรวจหัวใจด้วยคลื่นความถี่สูง¹⁸⁻¹⁹

การวินิจฉัย ALCAPA สามารถทำได้ด้วยการตรวจหัวใจด้วยคลื่นความถี่สูง 2 มิติ พร้อมด้วยการประเมินร่วมกับภาพสีในเครื่องเดียวกัน พบได้ใน 24 ราย (ร้อยละ 80) การวินิจฉัยได้รับการยืนยันโดยการสวนหัวใจ⁹ ปัจจุบันการถ่ายภาพด้วย CT หรือ MRI มักนิยมใช้ โดยเฉพาะ CT เนื่องจากเกิดผลกระทบน้อยกว่า และมีความแม่นยำสูงในการถ่ายภาพหลอดเลือดหัวใจ มีรายงานเพียงไม่กี่กรณีที่ ALCAPA ได้รับการวินิจฉัยผิดว่าเป็นโรคกล้ามเนื้อหัวใจ และการวินิจฉัยได้รับการยืนยันด้วยการตรวจสวนหลอดเลือดหัวใจและ/หรือการถ่ายภาพด้วยคอมพิวเตอร์ (CT) และการถ่ายภาพด้วยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (MRI)^{15,19-21}

เทคนิคการผ่าตัดที่แตกต่างกัน มี 2 วิธีหลัก ได้แก่ การย้ายหลอดเลือดที่ออกผิดปกติใหม่โดยตรงและวิธี Takeuchi^{12-14,18} วิธีการผ่าตัดต่าง ๆ ประกอบด้วย การย้ายหลอดเลือดที่ออกผิดปกติใหม่ 173 ราย (ร้อยละ 75.8) วิธี Takeuchi ใน 34 ราย (ร้อยละ 14.9) การผูกหลอดเลือดหัวใจที่ผิดปกติ 9 ราย (ร้อยละ 3.9) และการใส่เส้นเลือดเทียม 12 ราย (ร้อยละ 5.3)²² ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเสียชีวิตในโรงพยาบาลได้รับการศึกษาโดยการวิเคราะห์การถดถอยแบบตัวแปรเดียวและตัวแปรหลายตัว¹⁶ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้มีความสำคัญต่อการวางแผนการรักษาและการให้คำปรึกษาแก่ผู้ป่วยและครอบครัว

การเสียชีวิตในโรงพยาบาลเกิดขึ้นในผู้ป่วย 31 ราย จากทั้งหมด 228 ราย (ร้อยละ 13.6) โดยมีระยะเวลาติดตามผลเฉลี่ยที่ 10.3 ปี (ช่วง 0.1–21 ปี)¹⁹ การศึกษาบางเรื่องรายงานระยะเวลาติดตามผลเฉลี่ยที่ 5.9 ปี (1.5-12.5 ปี)²³ ในกลุ่มผู้รอดชีวิตจากการผ่าตัด 19 ราย สามารถติดตามผลได้ในผู้ป่วย 15 ราย ส่วนเด็กอีก 4 ราย ยังมีระยะเวลาหลังการผ่าตัดน้อยกว่า 1 ปี การทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายมีการปรับตัวดีขึ้นตามลำดับ เมื่อทำการติดตามจากการตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจแบบมาตรฐานและแบบโฮลเตอร์ พบภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะเล็กน้อยในผู้ป่วย 4 ราย ซึ่งไม่จำเป็นต้องได้รับการรักษาด้วยยา²⁴

เศษส่วนการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย (LVEF) เป็นเครื่องมือประเมินการทำงานของซิสโตลิกแบบง่าย ๆ ที่ได้รับความนิยมแพร่หลายในการประเมินความเสี่ยงและการจัดการโรคหัวใจและหลอดเลือดหลายชนิด อย่างไรก็ตามการประเมินการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้ายจากการวิเคราะห์การติดตามเอกซเรย์แบบ 2 มิติ ได้กลายเป็นทางเลือกที่เป็นไปได้ทางคลินิกแทน LVEF สำหรับการวัดการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ²⁵ ข้อมูลระยะยาวแสดงให้เห็นการปรับปรุงที่น่าพอใจ โดยค่าเฉลี่ย LVEF อยู่ที่ร้อยละ 67.1 (ช่วงร้อยละ 54-74) ค่าเฉลี่ย LV GLS อยู่ที่ร้อยละ -20.6 (ช่วงร้อยละ -24.3 ถึง -16.5) ส่วนค่าเฉลี่ย LAD อยู่ที่ร้อยละ -19 และค่าเฉลี่ย LCX อยู่ที่ร้อยละ -15.5

ผลการค้นพบนี้ เน้นย้ำว่า global longitudinal strain (GLS) ของหัวใจห้องล่างซ้ายที่ประเมินด้วยการตรวจคลื่นเสียงสะท้อนแบบติดตาม 2 มิติ อาจใช้เป็นดัชนีใหม่ในการทำงานของหัวใจห้องล่างซ้าย และยังเป็นตัวทำนายที่สำคัญของอัตราการเสียชีวิต จากทุกสาเหตุในผู้ป่วยกล้ามเนื้อหัวใจขาดเลือดเรื้อรัง²⁶⁻²⁷

ค่าปกติที่ได้รับการรายงานของ GLS อยู่ระหว่างร้อยละ -15.9 ถึง -22.1 (ค่าเฉลี่ยร้อยละ -19.7; 95% CI ร้อยละ -20.4 ถึง -18.9)²⁸

สรุป

ความผิดปกติของหลอดเลือดแดงโคโรนารีด้านซ้าย ที่มีจุดกำเนิดออกจากหลอดเลือดแดงปอด (ALCAPA) เป็นโรคหัวใจพิการมาแต่กำเนิดที่พบน้อยมาก ในการศึกษาครั้งนี้ มีเพียง 15 ราย ที่ได้รับการวินิจฉัยและรักษาอย่างไรก็ตาม ยังคงมีผู้ป่วยบางรายเสียชีวิตเนื่องจากได้รับการวินิจฉัยที่ช้า ส่งผลให้การรักษาไม่ทันทั่วถึงที่ จากการศึกษาในครั้งนี้ เราได้พบว่าโรค ALCAPA ไม่ได้มีความสัมพันธ์กับพันธุกรรม ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญสำหรับการให้คำปรึกษาแก่ครอบครัว อย่างไรก็ตาม การได้รับการวินิจฉัยและรักษาที่รวดเร็ว จะช่วยให้ผู้ป่วยหายดีและมีคุณภาพชีวิตที่ดี

ข้อเสนอแนะ

โรค ALCAPA สามารถรักษาได้และให้ผลลัพธ์ระยะยาวที่น่าพอใจ หากได้รับการวินิจฉัยตั้งแต่นั่น ๆ การรักษาจำเป็นต้องใช้วิธีการทางศัลยกรรม ควรคู่ไปกับการดูแลหลังผ่าตัดอย่างเหมาะสม การติดตามผู้ป่วยตลอดชีวิตมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการอยู่รอด และปรับปรุงคุณภาพชีวิต การติดตามอย่างสม่ำเสมอช่วยให้สามารถตรวจพบและจัดการกับภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นได้อย่างทันทั่วถึง

ข้อจำกัดของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัย singer-center แบบพรรณน่าย้อนหลัง ซึ่งมีข้อจำกัดโดยธรรมชาติ ในด้านการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่มีน้อยสะท้อนถึงความหายากของโรคนี้ในประชากรทั่วไป

แนวทางการศึกษาในอนาคต

ควรทำการวิจัยในลักษณะเดียวกันในหลายๆสถาบัน เพื่อรวบรวมเปรียบเทียบ ได้ข้อมูลผู้ป่วยจำนวนมากขึ้น และเพิ่มพลังในการวิเคราะห์ทางสถิติการศึกษาแบบ multi-center จะช่วยให้เราเข้าใจธรรมชาติของโรค ปัจจัยเสี่ยง และผลลัพธ์การรักษาได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ การวิจัยแบบติดตามไปข้างหน้า (prospective study) จะให้ข้อมูลที่มีคุณภาพสูงกว่า และช่วยในการพัฒนาแนวทางการรักษาที่เหมาะสมสำหรับผู้ป่วย ALCAPA ในอนาคต

References

1. Guzeltas A, Ozturk E, Tanidir IC, Kasar T, Haydin S. Evaluation of anomalous coronary arteries from the pulmonary artery. Braz J Cardiovasc Surg 2017;32(1):29-37. doi:10.21470/1678-9741-2016-0082.
2. Zheng J, Ding W, Xiao Y, Jin M, Zhang G, Cheng P, et al. Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery in children: 15 years experience. Pediatr Cardiol 2011;32(1):24-31. doi:10.1007/s00246-010-9798-2.

3. Shivalkar B, Borgers M, Daenen W, Gewillig M, Flameng W. ALCAPA syndrome: an example of chronic myocardial hypoperfusion? *J Am Coll Cardiol* 1994;23(3):772-8.
4. Dodge-Khatami A, Mavroudis C, Backer CL. Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery: collective review of surgical therapy. *Ann Thorac Surg* 2002;74(3):946-55.
5. Blickenstaff EA, Smith SD, Cetta F, Connolly HM, Majdalany DS. Anomalous left coronary artery from the pulmonary artery: how to diagnose and treat. *J Pers Med* 2023;13(11):1561. doi:10.3390/jpm13111561.
6. Dilawar M, Ahmad Z. Anomalous left coronary artery from pulmonary artery: case series and brief review. *OJPed* 2012;2(1):77-81.
7. Villa AD, Sammut E, Nair A, Rajani R, Bonamini R, Chiribiri A. Coronary artery anomalies overview: the normal and the abnormal. *World J Radiol* 2016;8(6):537-54.
8. Chang RKR, Allada V, Chen J, Child J, Gersony WM, et al. Electrocardiographic and echocardiographic features that distinguish anomalous origin of the left coronary artery from pulmonary artery from idiopathic dilated cardiomyopathy. *Pediatr Cardiol* 2001;22(1):3-10. doi:10.1007/s002460010142.
9. Tan Recep BZ, Tongut A, Hatemi AC, Cine N, Tunçer E, Ceyran H. A single-center retrospective study of patients with ALCAPA. *Koşuyolu Heart J* 2022;25(2):200-7. doi:10.51645/khj.2022.m268.
10. Peña E, Nguyen ET, Merchant N, Dennie C. ALCAPA syndrome: not just a pediatric disease. *Radiographics* 2009;29(2):553-65. doi:10.1148/rg.292085059.
11. Hildreth B, Junkel P, Allada V, Sintek C, Sapin S. An uncommon echocardiographic marker for anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery: visualization of intercoronary collaterals within the ventricular septum. *Pediatr Cardiol* 2001;22(5):406-8. doi:10.1007/s002460010263.
12. Jinmei Z, Yunfei L, Yue W, Yongjun Q. Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery (ALCAPA) diagnosed in children and adolescents. *J Cardiothorac Surg* 2020;15(1):90. doi:10.1186/s13019-020-01116-z.
13. Neumann A, Sarikouch S, Bobylev D, Meschenmoser L, Breymann T, Westhoff-Bleck M, et al. Long-term results after repair of anomalous origin of left coronary artery from the pulmonary artery: Takeuchi repair versus coronary transfer. *Eur J Cardiothorac Surg* 2017;51(2):308-15. doi:10.1093/ejcts/ezw268.
14. Demir F, Akbaş T, Erdem S, Subaşı B, Varan C, Salih OK, et al. Anomalous origin of coronary arteries from the pulmonary artery: a single-center experience. *Turk Gogus Kalp Dama* 2023;31(1):19-28.

15. Lange R, Vogt M, Hörer J, Cleuziou J, Menzel A, Holper K, et al. Long-term results of repair of anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery. *Ann Thorac Surg* 2007;83(4):1463-71.
16. Moshref L, Moshref R, Faden M, Al-Radi O. The outcome of surgical repair of anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery (ALCAPA) in infants. *Cardiothorac Surg* 2019;27(1):2.
17. Patel SG, Frommelt MA, Frommelt PC, Kutty S, Cramer JW. Echocardiographic diagnosis, surgical treatment, and outcomes of anomalous left coronary artery from the pulmonary artery. *J Am Soc Echocardiogr* 2017;30(9):896-903.
18. Rodriguez-Gonzalez M, Tirado AM, Hosseinpour R, de Soto JS. Anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery: diagnoses and surgical results in 12 pediatric patients. *Tex Heart Inst J* 2015;42(4):350-6.
19. Ma F, Zhou K, Shi X, Wang X, Zhang Y, Li Y, et al. Misdiagnosed anomalous left coronary artery from the pulmonary artery as endocardial fibroelastosis in infancy. *Medicine (Baltimore)* 2017;96(24). doi:10.1097/MD.00000000000007199.
20. Li RJ, Sun Z, Yang J, Yang Y, Li YJ, Leng ZT, et al. Diagnostic value of transthoracic echocardiography in patients with anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery. *Medicine (Baltimore)* 2016;95(15): e3401.
21. Kazmierczak PA, Ostrowska K, Dryzek P, Moll JA, Moll JJ. Repair of anomalous origin of the left coronary artery from the pulmonary artery in infants. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2013;16(6):797-801.
22. Muzaffar T, Wani NU, Hussain SA, Shafi T, Sunil GS. Management of mitral valve regurgitation in patients with ALCAPA. *J Med Sci Clin Res* 2019;7(4):972-6. doi:10.18535/jmscr/v7i4.162.
23. Azakie A, Russell JL, McCrindle BW, Van Arsdell GS, Benson LN, Coles JG, et al. Anatomic repair of anomalous left coronary artery from the pulmonary artery by aortic reimplantation: early survival, patterns of ventricular recovery and late outcome. *Ann Thorac Surg* 2003;75(5):1535-41.
24. Delgado V, Mollema SA, Ypenburg C, Tops LF, Van Der Wall EE, Schalij MJ, et al. Relation between global left ventricular longitudinal strain assessed with novel automated function imaging and biplane left ventricular ejection fraction in patients with coronary artery disease. *J Am Soc Echocardiogr* 2008;21(11):1244-50.
25. Bertini M, Ng ACT, Antoni ML, Nucifora G, Ewe SH, Auger D, et al. Global longitudinal strain predicts long-term survival in patients with chronic ischemic cardiomyopathy. *Circ Cardiovasc Imaging* 2012;5(3):383-91.

26. Yingchoncharoen T, Agarwal S, Popović ZB, Marwick TH. Normal ranges of left ventricular strain: a meta-analysis. *J Am Soc Echocardiogr* 2013;26(2):185-91.
doi:10.1016/j.echo.2012.10.008.
27. Truong VT, Phan HT, Pham KNP, Duong HNH, Ngo TNM, Palmer C, et al. Normal ranges of left ventricular strain by three-dimensional speckle-tracking echocardiography in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Am Soc Echocardiogr* 2019;32(12):1586-97.e5.
28. Potter E, Marwick TH. Assessment of left ventricular function by echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging* 2018;11(2):260-74.