

Kết quả bít tuần hoàn bàng hệ bằng Coil trên thông tim ở bệnh nhi trước phẫu thuật Fontan

Trần Đắc Long*, Nguyễn Công Hà¹, Nguyễn Trung Kiên², Đào Thị Thu Hà¹

TÓM TẮT

Đặt vấn đề: Tuần hoàn bàng hệ (THBH) chủ phổi là một nguồn cấp máu cho phổi thường gặp trong nhóm bệnh tim bẩm sinh tim một thất. THBH gây mất lưu lượng động mạch chủ, tăng áp lực thủy tĩnh động mạch phổi, dẫn tới giảm dòng chảy của máu từ cầu Glenn và Fontan về động mạch phổi. Việc kiểm soát các THBH là điều sống còn trong điều trị nhóm bệnh tim một thất trước và trong phẫu thuật Fontan. Kỹ thuật bít THBH bằng coil trên thông tim là một kỹ thuật mới, có hiệu quả, giúp kiểm soát tốt hơn THBH, thay thế cho việc phải phẫu tích thắt các THBH trong mổ.

Mục tiêu: Đánh giá kết quả bít tuần hoàn bàng hệ bằng coil trên thông tim ở bệnh nhi trước phẫu thuật Fontan

Phương pháp: Là nghiên cứu mô tả và hồi cứu.

Kết quả: 29 bệnh nhân với độ tuổi trung bình là 7.9 được bít coil thành công, tỷ lệ biến chứng rất thấp (6.9%) và không có biến chứng nặng. Áp lực ĐMP trung bình giảm có ý nghĩa thống kê. Kết quả phẫu thuật Fontan có cải thiện sau khi được bít coil THBH trên thông tim thể hiện ở tỷ lệ liệt hoành bằng không, tỷ lệ tràn dịch dưỡng chấp thấp (14.8%), tỷ lệ cao rút ống nội khí quản trong cùng ngày phẫu thuật (81.5%)

Kết luận: Bít THBH bằng coil trên thông tim ở bệnh nhi trước phẫu thuật Fontan là phương pháp an toàn, hiệu quả trong giảm áp lực động mạch phổi trước phẫu thuật, cải thiện kết quả

phẫu thuật Fontan sau đó. Cần có những nghiên cứu theo dõi dài hơn.

Từ khóa: Bít coil, tuần hoàn bàng hệ, tim một thất, phẫu thuật Fontan.

RESULTS OF AORTOPULMONARY COLLATERAL ARTERIES COIL EMBOLIZATION IN PRE-FONTAN PATIENTS

ABSTRACT

Background: Aortopulmonary collateral arteries (APCAs) are common pulmonary blood supply in the group of congenital heart disease with functionally single ventricle. APCAs causes loss of aortic outflow, increase in pulmonary arterial hydrostatic pressure, reducing blood flow from the SVC and IVC to the pulmonary artery (in patients after Glenn and Fontan operations). Therefore, the closure of APCAs is vital in the management of single ventricle patients before and during Fontan operation. The technique of percutaneous APCAs occlusion with coils is a new, effective and better method of control of APCAs, excluding the need for surgical ligation of the APCAs...

Objectives: To evaluate results of aortopulmonary collateral arteries coil embolization in pre-fontan patients

Methods: This is the descriptive clinical and retrospective study

¹ Bệnh viện Tim Hà Nội

² Bệnh viện Bạch Mai

*Tác giả liên hệ: Trần Đắc Long

Email: trandaclongdr@gmail.com - ĐT: 0962 862 091

Ngày nhận bài: 08/11/2021 Ngày Cho Phép Đăng: 28/12/2021

Result: 29 patients with average age of 7.9 underwent cardiac catheterization with APCAs coil embolization successfully before the Fontan surgery. Complication rate was very low. This method effectively reduced mean pulmonary artery pressure with statistical significance. The results of Fontan surgery of this group were better than that in other studies in the rate of diaphragmatic paralysis and

chylous effusion

Conclusions: The technique of percutaneous APCAs occlusion with coils before Fontan surgery is safe, effective in reducing mean pulmonary artery pressure and improving results of Fontan surgery.

Keywords: Coil embolization, Aortopulmonary collateral arteries (APCAs), single ventricle, Fontan surgery.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tim một thất (Functionally one ventricle) là nhóm bệnh tim bẩm sinh phức tạp, chiếm khoảng 3%-6% bệnh tim bẩm sinh [1]. Hiện nay, số lượng bệnh tim bẩm sinh tim một thất được phẫu thuật tại bệnh viện Tim Hà Nội ngày càng tăng. Nguyên nhân do tính phức tạp trong chẩn đoán và điều trị, đòi hỏi những trung tâm kỹ thuật cao và có nhiều kinh nghiệm.

Điều trị bệnh tim một thất: Không có khả năng phẫu thuật đưa về giải phẫu tim bình thường, mà hiện nay người ta tiến hành phẫu thuật sửa chữa theo hướng tim một thất, bao gồm 2 phẫu thuật kinh điển là Glenn (Phẫu thuật nối tĩnh mạch chủ trên với động mạch phổi) và Fontan (Phẫu thuật nối tĩnh mạch chủ dưới với động mạch phổi) [1;2].

Trong bệnh tim một thất, tuần hoàn bàng hệ (THBH) chủ phổi là 1 nguồn cung cấp máu cho phổi rất thường gặp, đặc biệt trên những bệnh nhân có độ bão hòa oxy máu thấp. THBH rất đa dạng về vị trí xuất phát, kích thước, hình dạng, đường đi. THBH không những gây mất lưu lượng động mạch chủ, mà còn gây tăng áp lực thủy tĩnh động mạch phổi và hệ mao mạch phổi, dẫn đến giảm dòng chảy lưu thông của máu từ cầu Glenn và cầu Fontan về động mạch phổi [3]. Do đó việc

kiểm soát các THBH là điều sống còn trong điều trị. Tuy nhiên do đường đi THBH rất đa dạng, một số trường hợp nằm sâu phía sau từ ĐMC ngực, hoặc phía dưới từ ĐMC bụng, nên việc phẫu tích và thắt các THBH này trong mổ thực sự là một thách thức.

Hiện nay kỹ thuật bít THBH bằng coil trên thông tim là một kỹ thuật mới, có hiệu quả, giúp kiểm soát tốt hơn THBH, giảm nguy cơ trong mổ. Tuy nhiên kỹ thuật này chưa được nghiên cứu ở Việt Nam nên chúng tôi tiến hành nghiên cứu **“Đánh giá kết quả của phương pháp bít tuần hoàn bàng hệ bằng Coil trên thông tim ở bệnh nhi trước phẫu thuật Fontan”** với mục tiêu:

- Nghiên cứu đặc điểm lâm sàng và cận lâm sàng trên bệnh nhi tim một thất trước bít THBH.
- Đánh giá kết quả của phương pháp bít tuần hoàn bàng hệ bằng Coil trên thông tim.

2. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Đối tượng nghiên cứu: Tất cả các bệnh nhi tim một thất được bít THBH trên thông tim tại Bệnh viện Tim Hà Nội từ 05/2018 đến hết 12/2019.

Tiêu chuẩn chọn:

- Bệnh nhân có chỉ định phẫu thuật theo hướng tim một thất (Fontan)
- Bệnh nhân không có các chống chỉ định thông tim, can thiệp

- Tuổi < 16.
- Đồng ý tham gia nghiên cứu.

Phương pháp nghiên cứu: Nghiên cứu hồi cứu

Thời gian và địa điểm nghiên cứu: tại Khoa Nội nhi - Bệnh viện Tim Hà Nội, thời gian từ 05/2018 đến hết 12/2019.

Xử lý và phân tích số liệu: bằng phần mềm SPSS 21.0

Khía cạnh đạo đức của nghiên cứu:

- Xét nghiệm và điều trị đều đúng phác đồ của bộ y tế và bệnh viện.
- Kết quả nghiên cứu nhằm phục vụ cho mục đích nghiên cứu, lợi ích của bệnh nhân.
- Mọi thông tin về bệnh nhân được bảo mật và tôn trọng sự riêng tư của bệnh nhân.
- Trong thời gian tiên cứu, tất cả trẻ cùng người chăm sóc trẻ được giải thích và đồng ý

tham gia nghiên cứu với tinh thần tự nguyện.

- Việc tiến hành nghiên cứu đã xin phép và được sự đồng ý của Ban giám đốc, Hội đồng khoa học và hội đồng đạo đức Bệnh viện Tim Hà Nội.

3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Trong thời gian thực hiện nghiên cứu, chúng tôi đã nghiên cứu 29 bệnh nhân được tiến hành can thiệp bít tuần hoàn bàng hệ trước phẫu thuật Fontan. Thời điểm can thiệp những bệnh nhân này từ tháng 05 năm 2018 đến hết tháng 12 năm 2019.

Về thông tin chung của đối tượng nghiên cứu: Tuổi can thiệp trung bình khoảng 7.9 tuổi, nhỏ nhất là 42 tháng tuổi, lớn nhất là 15 tuổi. Cân nặng trung bình là 22.7kg, nhỏ nhất là 10.5kg, lớn nhất là 45kg. Tỷ lệ Nam/nữ là 1.42.

Bảng 1. Một số đặc điểm lâm sàng và cận lâm sàng

STT	Đặc điểm	Có		Không	
		Số lượng	Tỷ lệ	Số lượng	Tỷ lệ
1	Ngất xỉu, cơn vắng ý thức	1	3.4%	28	96.6%
2	Tím (spO ₂ <90)	29	100%	0	0%
3	Ngón tay dùi trống	25	86.3%	4	13.7%
4	Hematocrit >50%	15	51.7%	14	48.3%
5	Ho máu	2	6.8%	27	93.2%
6	Suy tim (Giảm chức năng tâm thu của thất chung)	2	6.8%	27	93.2%
7	Viêm phổi tái diễn.	1	3.4%	28	96.6%

Đặc điểm các tuần hoàn bàng hệ trên thông tim cũng đa dạng. Trong tổng số 95 tuần hoàn bàng hệ được bít coil thì tỷ lệ xuất phát từ Động mạch dưới đòn là cao nhất (52.6 % với 50 THBH). Tiếp theo lần lượt xuất phát từ ĐM chủ xuống (34%) và ĐM chủ ngang (10.5%) Chỉ có 1 THBH xuất phát từ ĐM chủ lên (1.1 %)

Phần lớn các bệnh nhân trong nghiên cứu được bít tuần hoàn bàng hệ với số lượng coil ≤ 6 coil. Trong đó nhóm sử dụng từ 1 đến 3 coil chiếm 37.9%. Nhóm sử dụng từ 4 đến 6 coil chiếm 44.8%. Nhóm từ 7 đến 9 coil chiếm 13.8%. Có 1 trường hợp sử dụng tới 11 coil.

Trong số 29 bệnh nhân nghiên cứu, tổng

cộng 95 tuần hoàn bàng hệ đã được bít trên thông tim. Trong đó 63 tuần hoàn bàng hệ được bít hoàn toàn, chiếm 66.3%. Số lượng tuần hoàn bàng hệ được bít còn shunt tồn lưu nhỏ (<10%) là 26, chiếm 27.4% tổng số tuần hoàn bàng hệ được bít. Có 6 THBH (6.3%) tuy đã được bít coil nhưng vẫn còn shunt tồn lưu mức độ vừa (10-50%). Những tuần hoàn bàng hệ này có thể cần chờ thêm thời gian trước khi có thể tự bít tắc hoàn toàn.

Tổng số coil đã được sử dụng để bít THBH là 125 coil với nhiều kích thước, hình dạng khác nhau. Hình dạng coil được sử dụng gồm 3 loại. Tornado với hình dạng các vòng loop kích thước lớn dần theo một chiều, là loại coil được sử dụng

nhều nhất với 115 coil chiếm 92%. Tiếp theo Nester là coil với các vòng loop đều nhau, được sử dụng 7 lần, chiếm 5.6%. Cuối cùng là coil Hilal là loại micro coil, được sử dụng 3 lần chiếm 2.4%. Về kích thước sợi coil, loại 18s (0.018 inch) là loại coil được sử dụng nhiều, chiếm 91.2%. Coil 35s (0.035 inch) được sử dụng ít hơn, với số lượng 11, chiếm 8.8%.

Các biến chứng gặp phải trong can thiệp bít tuần hoàn bàng hệ ở nhóm trước phẫu thuật Fontan là rất thấp. Trong số 29 bệnh nhân, không ghi nhận trường hợp nào có các biến chứng liên quan đến nhiễm trùng, chảy máu và huyết khối. Có 2 trường hợp có di lệch dụng cụ chiếm tỷ lệ 6.9%.

Bảng 2. Các thông số can thiệp

Thời gian thực hiện (phút)	39.14 ± 15.23
Thời gian chiếu tia (giây)	550 ± 211

Bảng 3. So sánh áp lực động mạch phổi (ĐMP) trước bít và áp lực động mạch phổi đo trực tiếp trong mổ

	Giá trị trung bình (mmHg)	Độ lệch chuẩn	N	p
Áp lực ĐMP trung bình trước bít THBH	13.04	4.2	27	0.038
Áp lực ĐMP trung bình trong mổ	12.14	2.6	27	

Tỷ lệ biến chứng tràn dịch màng phổi sau mổ trong nghiên cứu của chúng tôi là 14.8%. Tỷ lệ liệt hoành sau mổ là 0%. Đây là tỷ lệ khá thấp trong phẫu thuật tim bẩm sinh nói chung và phẫu thuật Fontan nói riêng.

Bảng 4. Thời gian rút ống nội khí quản ở hồi sức sau phẫu thuật Fontan ở những bệnh nhân đã được bít coil

Thời gian rút ống.	Số ca	%
Ngày mổ	22	81.5
Ngày thứ 1 sau mổ	1	3.7
Ngày thứ 2 sau mổ	2	7.4
Ngày thứ 3 sau mổ	2	7.4

BÀN LUẬN

Đặc điểm chung: Độ tuổi can thiệp trung bình khoảng 7.9 tuổi, cao hơn so với các nghiên cứu trên thế giới với độ tuổi trung bình là 5.4 tuổi trong nghiên cứu của Andrew J. Powell [4] và 4.5 tuổi trong nghiên cứu của Yoav Dori [1]. Nguyên nhân có thể do trẻ bị tim bẩm sinh ở Việt Nam trong nghiên cứu của chúng tôi được phẫu thuật Glenn muộn hơn so với trên thế giới. Cân nặng trung bình trong nghiên cứu cũng cao hơn, do độ tuổi trung bình cao. Đây cũng là một yếu tố thuận lợi cho can thiệp, giúp giảm thiểu các nguy cơ về gây mê, đặt đường vào mạch đùi và các thủ thuật can thiệp.

Đặc điểm lâm sàng và cận lâm sàng bệnh nhân trước bít THBH: Nội bật trong các triệu chứng lâm sàng của nhóm bệnh nhi trước Phẫu thuật Fontan là tím với các triệu chứng đi kèm như ngón tay dùi trống (chiếm tỷ lệ 86.3%), tăng hematocrit (51%). Tỷ lệ này cũng phù hợp với y văn và các nghiên cứu trên thế giới. Tím là triệu chứng đặc trưng của nhóm bệnh tim một thất trước phẫu thuật. Mức độ tím của từng bệnh nhân còn tùy thuộc vào thể giải phẫu, lưu lượng shunt qua van động mạch phổi, tình trạng thiếu máu cũng như thời điểm phẫu thuật. Ở trẻ được phẫu thuật Glenn sớm, mức độ bão hòa oxy máu được cải thiện sớm hơn, do vậy những triệu chứng như ngất xỉu, ngón tay chân dùi trống gặp tỷ lệ sẽ ít hơn, và gặp với mức độ nhẹ hơn.

Triệu chứng ho máu trong nghiên cứu của chúng tôi gặp ở 2 bệnh nhân, chiếm tỷ lệ 6.8%. Tỷ lệ này tương đương với các nghiên cứu khác (từ 5-14%). Ho máu thường gặp ở những bệnh nhân tím, nhiều tuần hoàn bàng hệ. Những tuần hoàn bàng hệ tân tạo thành mạch thường kém bền vững, khi gặp tác động như chấn thương, vận động mạnh có thể tổn thương, gây chảy máu vào phế nang hoặc các phế quản và gây ho máu. Sau

khi tiến hành bít các tuần hoàn bàng hệ trên thông tim thì triệu chứng ho máu có thể biến mất, hoặc mức độ giảm nhẹ. Ở nghiên cứu của chúng tôi, 2 bệnh nhân có ho máu sau khi được can thiệp bít THBH đều không còn ghi nhận triệu chứng này.

Đặc điểm THBH: Vị trí xuất phát THBH trong nghiên cứu này cho thấy ĐM dưới đòn và ĐM chủ xuống là vị trí thường gặp nhất với tỷ lệ lần lượt là 52.6% và 35.8% trong tổng số các THBH. Tỷ lệ này không khác biệt so với các nghiên cứu khác, với 56 % THBH xuất phát từ ĐM dưới đòn trong nghiên cứu của Andrew J. Powell. Chỉ có 1 THBH xuất phát từ ĐMC lên. Những trường hợp THBH từ ĐMC lên hay từ ĐM dưới đòn và đường đi gấp góc nhiều thường gây khó khăn trong quá trình bít tuần hoàn bàng hệ. Đối với những trường hợp khó xuất phát từ ĐMC lên có thể phải sử dụng guiding catheter và microcatheter và dùng những coil nhỏ, ngắn để đảm bảo đưa được vào những vị trí gấp góc.

Kết quả bít THBH: Trong số 29 bệnh nhân nghiên cứu, tổng cộng 95 tuần hoàn bàng hệ đã được bít trên thông tim. Trong đó 63 tuần hoàn bàng hệ được bít hoàn toàn, chiếm 66.3%. Số lượng tuần hoàn bàng hệ được bít còn shunt tồn lưu nhỏ (<10%) là 26, chiếm 27.4% tổng số tuần hoàn bàng hệ được bít. Có 6 THBH (6.3%) tuy đã được bít coil nhưng vẫn còn shunt tồn lưu mức độ vừa (10-50%). Những tuần hoàn bàng hệ này có thể cần chờ thêm thời gian trước khi có thể tự bít tắc hoàn toàn. Tỷ lệ này THBH còn shunt tồn lưu cao hơn so với một số nghiên cứu khác. Nguyên nhân có thể là do vấn đề về chi phí mà số lượng coil sử dụng hạn chế hơn. Một tuần hoàn bàng hệ sau khi bít bằng 1 coil, nếu chưa được bít tắc hoàn toàn thì có thể tiếp tục bít thêm bằng 1 hoặc 1 vài coil để đảm bảo bít tắc hoàn toàn ngay sau bít nhưng khi đó số lượng coil phải sử dụng có thể lớn hơn. Nguyên nhân thứ hai có thể do loại coil sử

dụng khác nhau, điều này cần những nghiên cứu dài hơn và cỡ mẫu đủ lớn để đánh giá thêm.

Đặc điểm coil được sử dụng: Hình dạng của coil Tornado có dạng các vòng loop tăng dần, làm cho việc bít tắc THBH dễ hơn, và ít nguy cơ trôi xuôi dòng vào sâu bên trong THBH. Coil 18s là loại coil được sử dụng nhiều (91%), coil 18s sợi nhỏ và mềm hơn coil 35s, linh hoạt hơn, sử dụng phù hợp trong những THBH nhỏ, có thể đi an toàn qua những chỗ THBH có đường đi dài, gập góc.

Sự thay đổi áp lực ĐMP sau khi bít THBH: Áp lực Động mạch phổi trung bình đo trong mổ là 12.148 mmHg, thấp hơn so với áp lực động mạch phổi trung bình trước khi tiến hành can thiệp là 13.037 và khác biệt này là có ý nghĩa thống kê. Mặc dù Áp lực động mạch phổi trung bình còn phụ thuộc nhiều yếu tố như tình trạng bệnh nhân an thần gây mê, thở máy, sử dụng van mạch tuy nhiên so sánh này cũng cho thấy bít mapcas trước phẫu thuật có vai trò trong giảm áp lực động mạch phổi trung bình trước phẫu thuật Fontan. Một tiêu chí quan trọng trong chỉ định và tiên lượng của phẫu thuật Fontan.

Tỷ lệ tràn dịch dưỡng chấp sau mổ trong nghiên cứu của chúng tôi là 14.8 % thấp hơn khi so sánh với tỷ lệ 11 % trong nghiên cứu của Emily H. Chan. Và tỷ lệ 24% trong nghiên cứu của MauroLo RitoMD [5,6] Như vậy, tỷ lệ tràn dịch dưỡng chấp trong nhóm nghiên cứu được bít coil tuần hoàn bàng hệ trước là tương đối thấp, và có cải thiện với những năm trước đây tại bệnh viện Tim Hà Nội.

Tỷ lệ liệt hoành trong nhóm nghiên cứu của chúng tôi bằng 0, cũng thấp hơn so với các nghiên cứu khác. Điều này đã chứng minh hiệu quả của phương pháp can thiệp bít THBH trên thông tim giúp giảm các biến chứng sau mổ Fontan.

Thời gian rút ống nội khí quản sau mổ Fontan ở những bệnh nhân được bít tuần hoàn

bằng hệ bằng coil trước khá tốt. 22 trong tổng số 27 ca phẫu thuật Fontan được rút ống ngay trong ngày, chiếm 81.5 %. Trong những năm gần đây, kết quả mổ Fontan tại bệnh viện Tim Hà Nội đạt nhiều tiến bộ rõ rệt, rút ngắn thời gian thở máy, giảm các biến chứng liên quan đến phẫu thuật Fontan, và giảm thời gian nằm viện. Bít tuần hoàn bàng hệ bằng coil ở nhóm bệnh nhân này đóng vai trò lớn trong việc cải thiện kết quả phẫu thuật.

Biến chứng của phương pháp can thiệp bít coil THBH ở nhóm trước phẫu thuật Fontan là rất thấp. Trong số 29 bệnh nhân, không ghi nhận trường hợp nào có các biến chứng liên quan đến nhiễm trùng, chảy máu, hay huyết khối tắc mạch. Có 2 trường hợp có di lệch dụng cụ, trong đó 1 trường hợp coil di chuyển xuôi dòng về đoạn sâu của tuần hoàn bàng hệ, và THBH được bít lại bằng 1 coil khác lớn hơn, không gây ảnh hưởng đến kết quả can thiệp. Một trường hợp coil có phần đuôi thừa và di động phía động mạch chủ, tuy nhiên đã được thu lại bằng snare an toàn, không ảnh hưởng đến kết quả can thiệp cuối cùng. 2 trường hợp này bao gồm 1 trường hợp THBH xuất phát từ ĐM dưới đòn P, trường hợp thứ 2 THBH xuất phát từ ĐM chủ xuống. Nguyên nhân của trường hợp thứ 1 là do lựa chọn coil nhỏ hơn so với lòng mạch. Thực tế khi đưa catheter vào chụp select nhánh ĐM ngực trong, catheter đã làm giảm 1 phần lưu lượng của nhánh ĐM, do đó làm sai lầm trong đánh giá kích thước THBH nhỏ hơn so với bình thường. Nguyên nhân của trường hợp thứ 2 là do lựa chọn coil dài hơn cần thiết, làm thừa phía đuôi của coil ra khỏi THBH và di động trong ĐM chủ xuống. Có thể thấy bít coil tuần hoàn bàng hệ ở bệnh nhân tim một thất là một thủ thuật can thiệp phức tạp tuy nhiên độ an toàn khá cao, tỷ lệ biến chứng thấp, và chưa gặp những biến chứng phức tạp nào trong quá trình nghiên cứu.

KẾT LUẬN

Bít THBH bằng coil trên thông tim ở bệnh nhi trước phẫu thuật Fontan là phương pháp an toàn, tỉ lệ thành công cao, ít biến chứng. Kỹ thuật này có hiệu quả trong giảm áp lực động mạch phổi trước phẫu thuật, cải thiện kết quả phẫu thuật Fontan sau đó.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Yoav Dori, Andrew C. Glatz, Brian D. Hanna. Acute Effects of Embolizing Systemic-to-Pulmonary Arterial Collaterals on Blood Flow in Patients With Superior Cavopulmonary Connections. *Circ Cardiovasc Interv.* 2013 Feb;6(1):101-6.

2. Kanter KR, Vincent RN, Raviele AA. Importance of acquired systemicto-pulmonary collaterals in the Fontan operation. *Ann Thorac Surg.* 1999;68:969–74; discussion 974.

3. Kanter KR, Vincent RN. Management of aortopulmonary collateral arteries in Fontan patients: occlusion improves clinical outcome. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu.* 2002;5:48–54.

4. Andrew J. Powell. Aortopulmonary Collaterals in Single-Ventricle Congenital Heart Disease. *Circulation.* 2007.

5. Emily H Chan, Jennifer L Russell, William G Williams. Postoperative chylothorax after cardiothoracic surgery in children. *Ann Thorac Surg* 2005 Nov;80(5):1864-70.

6. Mauro Lo Rito, Osman O. Al-Radi, Arezou Saedi. Chylothorax and pleural effusion in contemporary extracardiac fenestrated fontan completion. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* VOLUME 155, ISSUE 5, P2069-2077, MAY 01, 2018.