

Case Report

???

Dang Anh Duong*, Ngo Thi Mung, Pham Hong Son

Vietnam National Children's Hospital, 18/879 La Thanh, Dong Da, Hanoi, Vietnam

Received 15 January 2022

Revised 20 January 2022; Accepted 15 February 2022

Abstract

Congenital Diaphragmatic Hernia affects 1 in 2000-5000 births with a high incidence of mortality, especially if it is associated with congenital malformations such as cardiac anomalies. The management of the congenital diaphragmatic hernia has to be multidisciplinary which includes the pre and post-natal evaluation.

Objective: To report the first case with congenital diaphragmatic hernia successfully managed with ECMO (extracorporeal membrane oxygenation) at the National Children's Hospital.

Case report: This was a male patient born at 38 weeks of gestation with a prenatal diagnosis of congenital diaphragmatic hernia at 14 weeks of gestation with no other anomalies and a lung/head ratio of 1. The patient presented for three days postnatally with a pre-ductal oxygen saturation of 73% and post-ductal of 39% with an oxygenation index of 44 despite aggressive medical and ventilator management. For that reason the patient was intervened by the extracorporeal membrane oxygenation and had given successful results.

Keywords: congenital diaphragmatic hernia; ECMO; pulmonary hypoplasia; pulmonary hypertension of the newborn.

* Corresponding author.

E-mail address: danganhduong7@gmail.com

<https://doi.org/10.47973/jprp.v6i2.389>

Thoát vị hoành bẩm sinh được cứu sống bằng phương pháp ECMO: Báo cáo ca bệnh

Đặng Ánh Dương*, Ngô Thị Mừng, Phạm Hồng Sơn

Bệnh viện Nhi Trung ương, 18/879 La Thành, Đống Đa, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 15 tháng 1 năm 2022

Chỉnh sửa ngày 20 tháng 1 năm 2022; Chấp nhận đăng ngày 15 tháng 2 năm 2022

Tóm tắt

Thoát vị hoành bẩm sinh xảy ra ở khoảng 1/2000-5000 trẻ sinh sống, với tỉ lệ tử vong cao, đặc biệt nếu kèm theo các dị tật bẩm sinh khác như dị tật tim. Quản lý thoát vị hoành bẩm sinh cần sự kết hợp của nhiều chuyên khoa bao gồm quản lý trước sinh và sau sinh.

Mục tiêu: Báo cáo trường hợp bệnh nhân thoát vị hoành bẩm sinh đầu tiên được điều trị thành công bằng phương pháp ECMO (oxy hóa bằng màng ngoài cơ thể) tại Bệnh viện Nhi Trung ương.

Báo cáo ca bệnh: Bệnh nhân nam, sinh lúc 38 tuần thai được chẩn đoán trước sinh là thoát vị hoành bẩm sinh ở tuần thứ 14 của thai kỳ, không có dị tật khác kèm theo, chỉ số phổi đầu là 1. Ngày thứ 3 sau sinh, bệnh nhân có tình trạng SpO₂ trước ống động mạch 73%, sau ống động mạch 39%, OI 44 (oxygenation index - chỉ số oxy hóa máu) mặc dù đã được điều trị tích cực với máy thở và các thuốc hỗ trợ, vì thế bệnh nhân được điều trị bằng ECMO và đã cho kết quả thành công.

Từ khóa: Thoát vị hoành, ECMO, thiếu sản phổi, tăng áp phổi ở trẻ sơ sinh.

I. Giới thiệu về thoát vị hoành bẩm sinh và ECMO

Thoát vị hoành bẩm sinh (CDH – Congenital diaphragmatic hernia) là một dị tật bẩm sinh do khiếm khuyết của cơ hoành làm cho các tạng trong ổ bụng di chuyển lên lồng ngực, thường xảy ra từ thời kỳ bào thai làm ảnh hưởng đến sự phát triển của các tạng trong lồng ngực. Thoát vị hoành bên trái hay gặp hơn bên phải, tổn thương có thể ở phía trước, trung tâm hoặc sau bên của cơ hoành.

Tỉ lệ bệnh xảy ra ở khoảng 1/2000 – 5000 trẻ sinh sống [1]. Quản lý bệnh nhân thoát vị hoành bao gồm quản lý trước và sau sinh, trước sinh bệnh nhân được theo dõi thai định kỳ, đo chỉ số phổi đầu và có thể can thiệp làm tắc khí quản [2]. Quản lý sau sinh ưu tiên ổn định tình trạng bệnh nhân trước khi phẫu thuật. Mức độ thiếu sản phổi và tăng áp phổi quyết định mức độ nặng của bệnh cũng như khả năng sống của bệnh nhân [3]. Do đó, kiểm soát tình trạng tăng áp lực động mạch phổi và thiếu oxy do thiếu sản phổi là điều trị quan trọng nhất đối với bệnh nhân thoát vị hoành: Thở máy, cung cấp đủ oxy, các thuốc giãn mạch phổi, các thuốc tăng cường co bóp cơ tim, các thuốc an thần giảm

* Tác giả liên hệ

E-mail address: danganhduong7@gmail.com

<https://doi.org/10.47973/jprp.v6i2.389>

đau, can thiệp hỗ trợ ECMO nếu các điều trị khác không đáp ứng.

Năm 1975, Bertlett và cộng sự đã lần đầu tiên báo cáo sử dụng thành công phương pháp hỗ trợ ECMO trên trẻ sơ sinh bị suy tim và suy hô hấp [4]. Sau đó, kỹ thuật này cũng sớm được thực hiện trên trẻ sơ sinh thoát vị hoành bẩm sinh bị suy hô hấp nặng để ổn định tình trạng bệnh nhân trước phẫu thuật. Việc sử dụng ECMO cho trẻ sơ sinh thoát vị hoành đã được báo cáo thường xuyên tại Hoa Kỳ, tuy nhiên lợi ích của phương pháp này vẫn còn nhiều tranh cãi. Tuy nhiên, nghiên cứu phân tích tổng hợp của David W Kays 2017 cho thấy ECMO làm tăng tỉ lệ sống của bệnh nhân thoát vị hoành tăng áp phổi nặng [6] và ECMO vẫn là một lựa chọn điều trị của nhiều bác sĩ tại Hoa Kỳ và Châu Âu. Kinh nghiệm sử dụng ECMO cho bệnh nhân thoát vị hoành sơ sinh vẫn còn khá hạn chế ở châu Á [7].

Tại Việt Nam, chưa có báo cáo về việc sử dụng ECMO trên trẻ sơ sinh thoát vị hoành bẩm sinh. Năm 2018, Bệnh viện Nhi Trung Ương lần đầu tiên áp dụng phương pháp điều trị này cho trẻ thoát vị hoành tăng áp phổi nặng, tuy nhiên còn gặp nhiều khó khăn và chưa thành công. Ca bệnh thoát vị hoành bẩm sinh được hỗ trợ ECMO thành công đầu tiên vào năm 2021.

II. Ca bệnh

Bệnh nhân là trẻ sơ sinh nam, tên N.A.D, đẻ mổ, thai 38 tuần, cân nặng lúc sinh là 2,6 kg. Trẻ là con lần 1 của một bà mẹ 21 tuổi, siêu âm thai ở tuần thứ 14 trẻ được phát hiện có thoát vị hoành bên trái. Bà mẹ được theo dõi thai kì, chỉ số phổi đầu của trẻ là 1 đo qua siêu âm ở tuần thai thứ 36. Trẻ có bố mẹ khỏe mạnh và gia đình không có bệnh lý gì đặc biệt. Sau sinh, trẻ tím tái và suy hô hấp nặng được đặt nội khí quản thở máy và chuyển đến

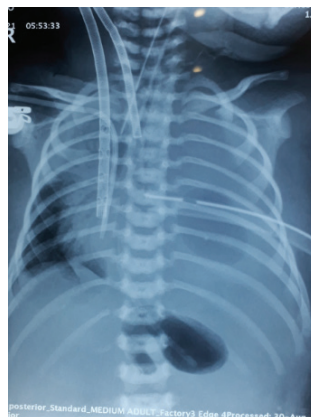
Bệnh viện Nhi Trung ương lúc trẻ 3 giờ tuổi, trẻ được thở máy chế độ SIMV (thông khí bắt buộc ngắt quãng đồng thì) (FiO_2 : 100%, PIP: 21cmH₂O, PEEP: 4 cmH₂O, f: 40), SpO_2 trước ống động mạch 98%, sau ống động mạch 78%, tiếng tim nghe rõ phía lồng ngực bên phải, huyết áp: 40/25/31 mmHg (đo qua catheter động mạch xâm nhập), lồng ngực vòng, bụng xẹp, thông khí phổi bên trái nghe kém. Siêu âm tim: Tăng áp phổi nặng, ống động mạch đường kính 5,3mm shunt phải - trái hoàn toàn, hờ van 3 lá chênh áp qua van 3 lá 39 mmHg (huyết áp hệ thống 40/25/31 mmHg). Chụp Xquang ngực có hình ảnh ống tiêu hóa chứa khí trên lồng ngực trái, tim và trung thất bị đẩy sang bên phải. Khí máu: pH: 7,2; $PaCO_2$: 62 mmHg; PaO_2 : 34 mmHg; HCO_3^- : 25 mmHg; Lactat: 0,5 mmol/lít. Trẻ được chẩn đoán: Thoát vị hoành trái - Tăng áp phổi nặng, được hồi sức tích cực: Thở máy, truyền tĩnh mạch liên tục Adrenalin, Noradrenalin, Ilomedin, Milrinol, Midazolam và Fentanyl, tiêm tĩnh mạch kháng sinh Ampicillin và Gentamycin. Sau vào viện 30 phút, bệnh nhân có dấu hiệu tràn khí màng phổi bên phải, được chọc hút khí và đặt dẫn lưu màng phổi phải cấp cứu. Lúc 15 giờ tuổi trẻ cần thở máy thở cao tần HFO vì tăng $PaCO_2$ (pH: 6,9; $PaCO_2$: 105 mmHg), 30 giờ tuổi tình trạng tăng áp phổi không có dấu hiệu cải thiện với SpO_2 trước ống động mạch 70%, sau ống động mạch 40%, bệnh nhân được dùng thêm khí NO với liều 20ppm. Ngày thứ 3 sau sinh, trẻ được thở máy HFO (FiO_2 : 100%, MAP: 13 cmH₂O, Amplitude: 45), đang duy trì các thuốc vận mạch đường tĩnh mạch: Adrenalin, Noradrenalin, Milrinol, Ilomedin (VIS: 65), khí NO liều 20 ppm: SpO_2 trước ống động mạch 73%, sau ống động mạch 39%, nhịp tim 160 l/p, huyết áp 64/40/45 mmHg, bài niệu tốt, chỉ số OI:

44 kéo dài trên 3 giờ. Trẻ có chỉ định hỗ trợ bằng V-A ECMO (Extracorporeal membrane oxygenation - oxy hóa bằng màng ngoài cơ thể) với canuyn động mạch đặt vào động mạch chủ xuống và canuyn tĩnh mạch đặt vào nhĩ phải, với dòng ECMO 0,5 lít/phút, FiO_2 100%, khí 0,7 lít/phút. Các dấu hiệu sinh tồn của bệnh nhân được cải thiện sau 2 giờ hỗ trợ ECMO: SpO_2 trước ống động mạch 99% sau ống động mạch 88%; nhịp tim: 130 lần/phút; huyết áp: 64/54 mmHg; các thông số máy thở giảm (FiO_2 : 21%; PIP: 15 cmH₂O; PEEP: 5 cmH₂O; f: 15 lần/phút), các thuốc vận mạch giảm dần (Adre: 0,075 mcg/kg/phút); Khí máu: pH: 7,4; $PaCO_2$: 39 mmHg; PaO_2 : 140 mmHg; HCO_3^- : 24 mmol/lít; Lactat: 1,2 mmol/lít. Bệnh nhân được tiến hành phẫu thuật tạo hình cơ hoành khi đang hỗ trợ ECMO ngày thứ 3, lỗ thoát vị hoành sau bên bên trái, kích thước lỗ thoát vị 4 x 6 cm, tạo hình cơ hoành có sử dụng miếng vá nhân tạo, các tạng di chuyển lên lồng ngực bao gồm ruột non, dạ dày, đại tràng và lách. Sau phẫu thuật, dẫn lưu màng phổi trái ra dịch màu đỏ thẫm 5 - 10 ml/giờ kéo dài, siêu âm màng phổi trái thấy hình ảnh dịch lẫn fibrin.

Ngày thứ 8 hỗ trợ ECMO và ngày thứ 5 sau phẫu thuật, trên phim Xquang phổi nhu mô phổi phải cải thiện. Bệnh nhân được cai và rút ECMO sau 12 ngày. Tuy nhiên, sau cai ECMO, bệnh nhân cần thở máy HFO vì tình trạng tăng $PaCO_2$. Kiểm tra màng phổi trái bằng siêu âm thấy nhiều dịch lẫn fibrin tạo khoang vách, bệnh nhân được phẫu thuật làm sạch khoang màng phổi trái ngày thứ 4 sau rút ECMO. Ngày thứ 22 sau phẫu thuật tạo hình cơ hoành, bệnh nhân bắt đầu được cho ăn sữa mẹ 40 ml/24giờ, sau ăn 1 ngày dẫn lưu màng phổi bên phải ra dịch vàng đục, xét nghiệm dịch màng phổi cho thấy trẻ có tràn dịch dưỡng chấp màng phổi. Tình trạng tràn dịch dưỡng chấp ổn định sau 2 tuần điều trị bằng Octreotid truyền tĩnh mạch và chế độ dinh dưỡng đặc biệt cho trẻ tràn dịch dưỡng chấp. Bệnh nhân đã cai được máy thở sau 40 ngày và ra viện sau 53 ngày nằm viện. Khám lại lúc trẻ 5 tháng tuổi, P: 5 kg, khỏe mạnh, đã biết hóng chuyện và biết lẫy, chưa thấy dấu hiệu di chứng tổn thương thần kinh, trẻ ăn tốt không nôn.



A: X-Quang ngực bệnh nhân lúc vào viện



B: X-Quang ngực sau ECMO và phẫu thuật



C: X-Quang ngực trước khi ra viện

III. Bàn luận

Thoát vị hoành là một dị tật bẩm sinh có tỉ lệ gặp không cao [1], tuy nhiên là một tình trạng bệnh nặng và thường kèm theo các dị tật bẩm sinh khác như tim bẩm sinh, dị tật thần kinh, bất thường nhiễm sắc thể. Quản lý bệnh nhân thoát vị hoành bao gồm quản lý trước sinh và sau sinh. Đo chỉ số phổi đầu (LHR–Lung to head ratio) thông qua siêu âm trong quản lý bệnh nhân trước sinh có ý nghĩa tiên lượng bệnh [8]. Chỉ số phổi đầu được đo dựa trên kích thước của phần phổi còn lại. Theo một nghiên cứu của LaudyJA và cộng sự thì LHR < 1 có tỉ lệ tử vong sau sinh là 100%, LHR > 1,4 tỉ lệ sống sau sinh là 100% [8]. Ca bệnh của chúng tôi có LHR = 1, đó là yếu tố tiên lượng nặng. Tuy nhiên, người ta nhận thấy LHR có thể thay đổi theo tuổi thai, chính vì vậy các chuyên gia đề xuất nên dùng chỉ số LHR quan sát/ LHR mong đợi (LHR o/e) để đánh giá sẽ cho kết quả đáng tin cậy hơn.

Hồi sức bệnh nhân thoát vị hoành sau sinh tập trung vào kiểm soát tình trạng tăng áp lực động mạch phổi và suy hô hấp. ECMO là biện pháp điều trị được sử dụng cho bệnh nhân khi các biện pháp điều trị khác không đáp ứng. Trong quy trình ECMO có 2 loại: V-A ECMO (Veno-Aterial ECMO) được dùng cho những bệnh nhân có tổn thương về hô hấp kèm theo không ổn định về mặt huyết động (có tổn thương tim mạch), V-V ECMO (Veno-venous ECMO) được chỉ định cho những bệnh nhân tổn thương về hô hấp và ổn định về mặt huyết động. Với bệnh nhân thoát vị hoành V-A ECMO được ưu tiên hơn. Tiêu chuẩn bệnh nhân cần hỗ trợ ECMO phụ thuộc vào mỗi trung tâm. Bệnh viện Nhi Trung ương sử dụng tiêu chuẩn dựa theo đồng thuận về quản lý thoát vị hoành tại Châu Âu CDH EURO năm 2015 bao gồm: Không duy trì

được SpO₂ trước ống >85% hoặc sau ống > 70%; cung cấp oxy không đủ dẫn đến nhiễm toan chuyển hóa với lactat > 5mmol/l và pH < 7,15; tăng PaCO₂ máu biểu hiện bằng pH < 7,15 mặc dù đã tối ưu máy thở; áp lực đỉnh của máy thở > 28 cmH₂O hoặc áp lực đường thở trung bình > 17 cm H₂O để duy trì SpO₂ > 85%; hạ huyết áp không đáp ứng với dịch và thuốc tăng cường co bóp cơ tim với nước tiểu < 0,5 ml/kg/h; OI ≥ 40 kéo dài ít nhất 3 giờ [9]. Thêm các tiêu chuẩn: Cân nặng > 2,5 kg, không có xuất huyết não từ độ 3 trở lên và không có bất thường nhiễm sắc thể. Ca bệnh báo cáo của chúng tôi đã được hỗ trợ tối đa bằng máy thở, các thuốc tăng cường co bóp cơ tim và khí NO nhưng không đạt được SpO₂ như mong đợi: SpO₂ trước ống động mạch 79%, sau ống động mạch 39% và có OI > 40 kéo dài trên 3 giờ.

Thời điểm phẫu thuật sửa chữa thoát vị hoành cho bệnh nhân được hỗ trợ ECMO cũng còn nhiều tranh cãi, có thể trước, trong và sau giai đoạn được hỗ trợ ECMO. Nhiều trung tâm ủng hộ phẫu thuật ở thời điểm sau khi bệnh nhân đã cai ECMO thành công 2 ngày, điều này giảm được tỉ lệ chảy máu trong mổ và tăng tỉ lệ sống dựa trên một số nghiên cứu của Bryner BS [10] và Partridge EA [11]. Phẫu thuật khi đang hỗ trợ ECMO được cho là dễ gây chảy máu sau phẫu thuật hơn, tuy nhiên kiểm soát tốt các chất chống đông và dùng axit transamic trước mổ cũng giảm được nguy cơ chảy máu. Và theo lý thuyết thì phẫu thuật sớm khi đang ECMO để sửa chữa cấu trúc giải phẫu sẽ cải thiện chức năng hô hấp và hạn chế các biến chứng tổn thương ruột (do thiếu máu cục bộ hoặc tắc mạch). Chính vì vậy một số trung tâm thực hiện phẫu thuật cho bệnh nhân khi đang ECMO. Nghiên cứu của Yoder và cộng sự cho thấy những bệnh nhân có SpO₂ trước ống < 85% trong 24 giờ

đầu sau sinh hoặc trước khi vào ECMO có tỉ lệ sống cao hơn nếu bệnh nhân được phẫu thuật sớm khi đang hỗ trợ ECMO (44% so với 23%) [12]. Một nghiên cứu trên 46 bệnh nhân cho thấy bệnh nhân được phẫu thuật trong vòng 72 giờ sau khi được can thiệp ECMO làm giảm tỉ lệ biến chứng (đặc biệt là biến chứng chảy máu) và giảm thời gian cần can thiệp ECMO [13]. Phẫu thuật thoát vị hoành rất sớm ngay những giờ đầu sau sinh trong giai đoạn còn chưa mất bù được Keys và cộng sự nghiên cứu [14]. Bệnh nhân được tính nguy cơ cần can thiệp ECMO dựa vào chỉ số phổi đầu, vị trí của gan, tình trạng sau sinh và khí máu giờ đầu sau sinh. Những bệnh nhân có nguy cơ cần can thiệp ECMO sẽ được phẫu thuật sớm ở giai đoạn ngay sau sinh khi chưa mất bù và chưa can thiệp ECMO (trung bình 21 giờ tuổi). Nghiên cứu này cho tỉ lệ sống là 95%. Ca bệnh của chúng tôi được tiến hành phẫu thuật ngày thứ 3 sau hỗ trợ ECMO, bệnh nhân đã được ngừng Heparin trước phẫu thuật, trung hòa Heparin bằng Protamin, tuy nhiên biến chứng chảy máu màng phổi đã xảy ra sau phẫu thuật. Như vậy thời điểm phẫu thuật cho bệnh nhân thoát vị hoành nặng cần can thiệp ECMO vẫn chưa có sự thống nhất và phụ thuộc vào từng bệnh nhân.

Thời gian cần can thiệp ECMO cho bệnh nhân thoát vị hoành từ 1 đến 4 tuần, nghiên cứu cho thấy bệnh nhân cần can thiệp ECMO kéo dài có liên quan đến tỉ lệ tử vong tăng. Một trung tâm của Ý báo cáo thời gian can thiệp ECMO từ 7 đến 14 ngày, trung bình 10 ngày [15]. Bệnh nhân của chúng tôi có thời gian cần can thiệp ECMO là 12 ngày.

Biến chứng của can thiệp ECMO cũng là một trong các vấn đề được quan tâm. Biến chứng sớm như chảy máu vị trí phẫu thuật có tỉ lệ cao, một nghiên cứu tại Đài Loan cho

thấy tỉ lệ chảy máu là 57,1% [16]. Chưa có nhiều nghiên cứu đánh giá các biến chứng lâu dài của ECMO trên bệnh nhân thoát vị hoành sơ sinh. Nghiên cứu của Peter J Davis tại Anh cho thấy trong số 27 trẻ thoát vị hoành được can thiệp ECMO sống được đến lúc 1 tuổi có 13 trẻ (48%) gặp vấn đề về hô hấp, 16 trẻ (59%) có vấn đề về đường tiêu hóa và 6 trẻ (19%) gặp vấn đề về phát triển thần kinh [17]. Bệnh nhân của chúng tôi có chảy máu màng phổi sau phẫu thuật, cần đặt dẫn lưu màng phổi và phẫu thuật bóc tách màng phổi. Tuy nhiên khám lại lúc trẻ 5 tháng tuổi chưa phát hiện thấy di chứng về thần kinh và tiêu hóa.

Tỉ lệ sống của bệnh nhân thoát vị hoành cần được hỗ trợ ECMO trên thế giới đạt 33 - 86% [16]. Nghiên cứu của Nhật Bản báo cáo tỉ lệ sống là 37,2% (16/34 bệnh nhân) [7]. Tại Bệnh viện Nhi Trung ương số lượng bệnh nhân thoát vị hoành bẩm sinh được hỗ trợ ECMO còn khiêm tốn, nhưng sự thành công của ca bệnh báo cáo đã mở ra một lựa chọn mới cho các bác sĩ trong quá trình điều trị bệnh nhân thoát vị hoành bẩm sinh, tăng áp phổi nặng.

IV. Kết luận

Điều trị tăng áp phổi nặng ở bệnh nhân thoát vị hoành là một thách thức với các nhà hồi sức. Mặc dù vai trò của ECMO trong thoát vị hoành còn nhiều tranh luận, nhưng nhiều nghiên cứu đã cho thấy ECMO là lựa chọn tốt có thể cứu sống bệnh nhân thoát vị hoành tăng áp phổi nặng không thể kiểm soát được bằng các phương pháp điều trị khác.

Tài liệu tham khảo

- [1] Stolar CJH, Dillon PW. Congenital Diaphragmatic Hernia and Eventration.

- Pediatr Surg. Published online January 1, 2012;809-824. doi:10.1016/B978-0-323-07255-7.00063-5
- [2] Perrone EE, Deprest JA. Fetal endoscopic tracheal occlusion for congenital diaphragmatic hernia: A narrative review of the history, current practice, and future directions. *Transl Pediatr.* 2021;10(5):1448. doi:10.21037/TP-20-130
- [3] Badillo A, Gingalewski C. Congenital diaphragmatic hernia: Treatment and outcomes. *Semin Perinatol.* 2014;38(2):92-96. doi:10.1053/J.SEMPERI.2013.11.005
- [4] Bartlett RH, Gazzaniga AB, Jefferies MR, Huxtable RF, Haiduc NJ, Fong SW. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) cardiopulmonary support in infancy. *Trans Am Soc Artif Intern Organs.* 1976;22:80-92.
- [5] Lally KP, Paranka MS, Roden J, et al. Congenital diaphragmatic hernia: Stabilization and repair on ECMO. *Ann Surg.* 1992;216(5):569-573. doi:10.1097/00000658-199211000-00008
- [6] Kays DW. ECMO in CDH: Is there a role? *Semin Pediatr Surg.* 2017;26(3):166-170. doi:10.1053/J.SEMPEDSURG.2017.04.006
- [7] Nagata K, Usui N, Kanamori Y, et al. The current profile and outcome of congenital diaphragmatic hernia: A nationwide survey in Japan. *J Pediatr Surg.* 2013;48(4):738-744. doi:10.1016/J.JPEDSURG.2012.12.017
- [8] Laudy JAM, Van Gucht M, Van Dooren MF, Wladimiroff JW, Tibboel D. Congenital diaphragmatic hernia: an evaluation of the prognostic value of the lung-to-head ratio and other prenatal parameters. *Prenat Diagn.* 2003;23(8):634-639. doi:10.1002/PD.654
- [9] Snoek KG, Reiss IKM, Greenough A, et al. Standardized Postnatal Management of Infants with Congenital Diaphragmatic Hernia in Europe: The CDH EURO Consortium Consensus - 2015 Update. *Neonatology.* 2016;110(1):66-74. doi:10.1159/000444210
- [10] Bryner BS, West BT, Hirschl RB, et al. Congenital Diaphragmatic Hernia Requiring Extracorporeal Membrane Oxygenation: Does Timing of Repair Matter? *J Pediatr Surg.* 2009;44(6):1165. doi:10.1016/J.JPEDSURG.2009.02.022
- [11] Partridge EA, Peranteau WH, Rintoul NE, et al. Timing of repair of congenital diaphragmatic hernia in patients supported by extracorporeal membrane oxygenation (ECMO). *J Pediatr Surg.* 2015;50(2):260-262. doi:10.1016/J.JPEDSURG.2014.11.013
- [12] Yoder BA, Lally PA, Lally KP. Does a highest pre-ductal O₂ saturation <85% predict non-survival for congenital diaphragmatic hernia? *J Perinatol.* 2012;32:947-952. doi:10.1038/jp.2012.18
- [13] Fallon SC, Cass DL, Olutoye OO, et al. Repair of congenital diaphragmatic hernias on Extracorporeal Membrane Oxygenation (ECMO): does early repair improve patient survival? *J Pediatr Surg.* 2013;48(6):1172-1176. doi:10.1016/J.JPEDSURG.2013.03.008
- [14] Kays DW, Talbert JL, Islam S, Larson SD, Taylor JA, Perkins J.

- Improved Survival in Left Liver-Up Congenital Diaphragmatic Hernia by Early Repair before Extracorporeal Membrane Oxygenation: Optimization of Patient Selection by Multivariate Risk Modeling. *J Am Coll Surg.* 2016;222(4):459-470. doi:10.1016/J.JAMCOLLSURG.2015.12.059
- [15] Rafat N, Schaible T. Extracorporeal membrane oxygenation in congenital diaphragmatic hernia. *Front Pediatr.* 2019;7(JULY):336. doi:10.3389/FPED.2019.00336/BIBTEX
- [16] Hung WT, Huang SC, Mazloum D El, et al. Extracorporeal membrane oxygenation for neonatal congenital diaphragmatic hernia: The initial single-center experience in Taiwan. *J Formos Med Assoc.* 2017;116(5):333-339. doi:10.1016/J.JFMA.2016.06.012
- [17] Davis PJ, Firmin RK, Manktelow B, et al. Long-term outcome following extracorporeal membrane oxygenation for congenital diaphragmatic hernia: the UK experience. *J Pediatr.* 2004;144(3):309-315. doi:10.1016/J.JPEDI.2003.11.031