University of Mosul
College of Medicine

Echocardiographic Evaluation of Left Ventricular Function Parameters in Preterm and Term Neonates

Heba Khaled Hatem
M.B. Ch.B.

M.Sc. Thesis
In
Medical Physiology

Supervised by
Lecturer
Dr. Zayd Kays Al-Atrakche

2021 A.D **1443 A.H.**

Abstract

Background: The transition from a fetus to a newborn is the most complex adaptation that occurs in human experience. Lung adaptation requires the coordinated clearance of fetal lung fluid, surfactant secretion, and the onset of consistent breathing. With the removal of the low-pressure placenta, the cardiovascular response requires striking changes in blood flow, pressures and pulmonary vasodilation.

The evaluation of neonatal hemodynamics is very complex, and it should include more than just measuring blood pressure (BP), heart rate (HR), and other clinical variables.

Echocardiography has become the primary imaging tool in the diagnosis and assessment of congenital and acquired heart disease in infants, children, and adolescents. Transthoracic echocardiography (TTE) is an ideal tool for cardiac assessment, as it is noninvasive, portable, and efficacious in providing detailed anatomic, physiologic, and hemodynamic information about the pediatric heart.

Understanding these changes is extremely crucial in explaining the normal physiology of neonatal heart and circulation, to clearly understand the pathophysiology of cardiac complications in the neonatal period and to direct the management of term and preterm infants with such circulatory challenges.

Aim: This study, aims at comparing the left ventricular (LV) function parameters and left ventricular mass (LVM) of healthy full-term neonates with that of preterm neonates at the 1st 7 days of postnatal life.

Methods:

This study is a prospective descriptive – analytic / case - control study, it has been conducted between October 2020 and April 2021 in the echocardiography unit at Al-Khansaa teaching hospital / Mosul's city/ Iraq. The study enrolled 80 neonates divided into two groups, the 1st group were (50) and was the full-term neonate born within (37 to 41 weeks) of gestational age (GA) , their chronological age ranges was from 3 to 7 days and served as the control group. The 2nd Group were (30) and was the preterm neonates, born within (32 to 36 weeks) of GA, age matched to the full term neonates and was considered to be the case group. Medical history to obtain GA and chronological age, clinical examination to exclude the presence of a murmur and physical measurements to estimate weight (Wt.) and height (Ht.) and body surface area (BSA) were conducted by the investigator. Via the use of echocardiography, the echo-cardiographer evaluated some of the systolic and diastolic parameters of the LV function in 30 preterm neonates in the first week of postnatal life and 50 term neonates after closure of the patent ductus arteriosus (PDA) the first week of postnatal life. By using M-mode ultrasound imaging technique, left ventricular dimensions were measured to estimate fractional shortening (FS %) and left ventricular wall diameters (Interventricular septal thickness at diastole (IVSDd), left ventricular posterior wall diameter at diastole (LPWd) and left ventricular internal dimension during diastole (LVIDd)) to obtain Left ventricular mass (LVM) and by dividing it over BSA, we also calculated Left ventricular mass index (LVMI). Through two dimensional echocardiography (2D ECHO) we measured ejection fraction (EF %) by using Simpson's biplane method and left ventricular outflow tract (LVOT) diameter.

Via pulsed-wave Doppler echocardiography (PWD) we estimated stroke volume (SV), cardiac output (CO) and left ventricular diastolic function through measuring the passive phase (E wave) and active phase (A waves) and then the E/A ratio.

All of the data were analyzed utilizing the Statistical Package for Social Science (SPSS) software version 25 and these were expressed as mean ± standard deviation (SD). Descriptive analysis of the data was also done by using frequency distribution and histogram graphs, to describe several parameters in the study.

Unpaired independent t-test was used to compare between term & preterm study groups for some of the parameters in the study.

Results:

This study showed the expected changes that occur during the neonatal period. The term newborns, compared to the preterm infants, had higher: Fractional Shortening **FS% (35.820 ± 2.455 vs. 33.933 ± 2.180, P-value = 0.001)** and Ejection Fraction **EF% (71.820 ± 4.345 vs. 68.800 ± 3.898, P-value = 0.002)**.

With regard to left ventricular hemodynamics, term neonates, compared to preterm neonates, had a higher blood volume pumping per stroke, stroke volume **SV (1.940 ± 0.14 vs. 1.598 ± 0.111, P-value = 0.00)** and cardiac output **CO (235.523 ± 15.045 vs. 267.713 ± 18.301, P-value = 0.00)**.

There were significant differences in flow velocities across the mitral valve observed between term and preterm neonates. Significantly higher **E wave (59.660 ± 5.615 vs. 39.600 ± 4.383, P-value = 0.000)** and **A wave (49.560 ± 6.051 vs. 47.300 ± 4.300, P-value = 0.05)**.And an **E/A ratio (1.210 ± 0.084 vs. 0.838 ± 0.067, P-value= 0.000).**

This study showed that term neonates, compared to preterm neonates, had a significantly higher interventricular septal diameter at diastole **IVSDd (0.347 ± 0.032 vs. 0.292 ± 0.025, P-value = 0.000),** left ventricular posterior wall diameter **LPWd (1.697 ± 0.072 vs. 1.337 ± 0.101, P-value = 0.000)**, and left ventricular internal dimension during diastole **LVIDd (0.426 ± 0.028 vs. 0.367 ± 0.049, P-value = 0.000)**. Thus, much higher left ventricular mass **LVM (9.113 ± 0.822 vs. 5.249 ± 0.710, P-value = 0.000)** and left ventricular mass index **LVMI (41.490 ± 2.895 vs. 38.857 ± 4.671, P-value = 0.000)**. This study had also shed the light on several important correlations such as a the liner association among GA, wt. and BSA with LVM (GA & LVM **r = 0.652** in term neonates, **r = 0.502** in preterm neonates), (Wt. & LVM **r = 0.806** in term neonates, **r = 0.493** in preterm neonates), (BSA & LVM **r = 0.791** in term neonates, **r = 0.480** in preterm neonates) which was strongly positive.

Conclusion:

The study comes out with the conclusion that:

- The apparently well and stable preterm neonates assessed by echocardiography during the first seven days of post-natal life had altered left ventricular systolic and diastolic function parameters when compared to the full term neonates of the same postnatal age that may relate to a great extent to developmental and maturation impact. Our findings suggest that preterm infants start life with an underdeveloped myocardium affecting the systolic and diastolic function parameters of the left ventricle of the neonate.

تقييم مقاييس وظيفة البطين الايسر في الخدج والاطفال حديثي الولادة عن طريق سونار القلب

رسالة تقدمت بها

هبه خالد حاتم

إلى

مجلس كلية الطب – جامعة الموصل

وهي جزء من متطلبات نيل شهادة الماجستير

في الفسلجة الطبية

بإشراف

المدرس الدكتور

زيد قيس الأطرقجي

١٤٤٣هـ ٢٠٢١م

الخلاصة

فترة حديثي الولادة هي فترة التغيرات الفسيولوجية الأكثر دراماتيكية التي تحدث خلال حياة الإنسان. هناك تغيرات فسيولوجية مميزة تحدث خلال هذه الفترة ، خاصة فيما يتعلق بجهاز القلب والأوعية الدموية.

تقييم ديناميكا الدم لحديثي الولادة معقد للغاية ، ويجب أن يشمل أكثر من مجرد قياس ضغط الدم ومعدل ضربات القلب والمتغيرات السريرية الأخرى.

أصبح تخطيط صدى القلب أداة التصوير الأساسية في تشخيص وتقييم أمراض القلب الخلقية والمكتسبة عند الرضع والأطفال والمراهقين. يعد صدى القلب عبر الصدر (TTE) أداة مثالية لتقييم القلب ، حيث إنه غير جراحي ومحمول وفعال في توفير معلومات تشريحية وديناميكية وفسيولوجية مفصلة عن قلب الأطفال.

يعد فهم هذه التغييرات أمرًا بالغ الأهمية في شرح فسيولوجيا القلب والدورة الدموية لحديثي الولادة ، لفهم الفيزيولوجيا المرضية للمضاعفات القلبية في فترة الوليد وتوجيه إدارة الخدج الذين يعانون من تحديات الدورة الدموية هذه.

الهدف:

تهدف هذه الدراسة إلى مقارنة معلمات وظيفة البطين الأيسر وكتلة البطين الأيسر (LVM) لحديثي الولادة الأصحاء مع تلك الخاصة بالخدج في الأيام السبعة الأولى من عمر ما بعد الولادة.

الطرق: هذه الدراسة عبارة عن دراسة وصفية - تحليلية / دراسة حالة - مستقبلية ، وقد أجريت في الفترة ما بين تشرين الأول (أكتوبر) ٢٠٢٠ وأبريل (نيسان) ٢٠٢١ في وحدة تخطيط صدى القلب في مستشفى الخنساء التعليمي / مدينة الموصل / العراق. ضمت الدراسة ٨٠ من حديثي الولادة مقسمين إلى مجموعتين ، المجموعة الأولى كانت (٥٠) وحديثي الولادة كامل المدة وُلِد خلال (٣٧ إلى ٤١ أسبوعًا) من عمر الحمل (GA) ، وتراوحت أعمارهم الزمنية من ٣ إلى ٧ أيام و بمثابة المجموعة الضابطة. كانت المجموعة الثانية (٣٠) من الخدج المولودين في غضون (٣٢ إلى ٣٦ أسبوعًا) من GA ، ويتطابق عمرهم مع حديثي الولادة الكامل ويعتبرون مجموعة الحالة. التاريخ الطبي للحصول على GA والعمر الزمني ، تم إجراء الفحص السريري لاستبعاد وجود نفخة وقياسات جسدية لتقدير الوزن (بالوزن) والطول (Ht.) ومساحة سطح الجسم (BSA)

من قبل المحقق. من خلال استخدام تخطيط صدى القلب ، قام أخصائي تخطيط صدى القلب بتقييم بعض المعلمات الانقباضية والانبساطية لوظيفة البطين الأيسر في ٣٠ من حديثي الولادة المبتسرين في الأسبوع الأول من عمر ما بعد الولادة و ٥٠ حديثي الولادة بعد إغلاق القناة الشريانية السالكة (PDA). أسبوع من حياة ما بعد الولادة. باستخدام تقنية التصوير بالموجات فوق الصوتية في الوضع M ، تم قياس أبعاد البطين الأيسر لتقدير تقصير كسور (FS٪) وأقطار جدار البطين الأيسر (سمك الحاجز بين البطينين عند الانبساط (IVSDd) ، وقطر جدار البطين الأيسر الخلفي عند الانبساط (LPWd) والبطين الأيسر الداخلي. البعد أثناء الانبساط (LVIDd)) للحصول على كتلة البطين الأيسر (LVM) وتقسيمها على مساحة سطح الجسم ، قمنا أيضًا بحساب مؤشر كتلة البطين الأيسر (LVMI). من خلال تخطيط صدى القلب ثنائي الأبعاد (2D ECHO) قمنا بقياس الكسر القذفي (EF٪) باستخدام طريقة Simpson ثنائية السطح وقطر مسار البطين الأيسر (LVOT).

من خلال تخطيط صدى القلب بالموجات النبضية (PWD) ، قدرنا حجم النفضة القلبية (SV) والناتج القلبي (CO) والوظيفة الانبساطية البطينية اليسرى من خلال قياس المرحلة السلبية (الموجة E) والمرحلة النشطة (الموجات A) ثم نسبة E / A.

تم تحليل جميع البيانات باستخدام الإصدار ٢٥ من برنامج الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية (SPSS) وتم التعبير عنها على أنها متوسط الانحراف المعياري (SD). كما تم إجراء التحليل الوصفي للبيانات باستخدام توزيع التردد والرسوم البيانية المدرج التكراري ، لوصف العديد من المعلمات في الدراسة.

تم استخدام اختبار t المستقل غير المقترن للمقارنة بين مجموعات الدراسة الناضجة والخدج لبعض المتغيرات في الدراسة.

النتائج:

أظهرت هذه الدراسة التغيرات المتوقعة التي تحدث خلال هذه الفترة ، كان لحديثي الولادة الناضجين ، مقارنة بالخدج اعلى تقصير جزئي و كسر قذفي :

FS% (35.820 ± 2.455 مقابل 33.933 ± 2.180, P- value = 0.001)

و EF% (71.820 ± 4.345 مقابل 68.800 ± 3.898, P- value = 0.002)

فيما يتعلق بديناميكا الدم في البطين الأيسر حديثو الولادة الناضجون ، مقارنةً بالولدان الخدج ، أرتفاع كمية ضخ الدم في الضربة الواحدة والنتاج القلبي:

SV (1.940 ±0.14 مقابل 1.598 ± 0.111, P-value 0.00)

CO (267.713 ± 18.301 مقابل 235.523 ± 15.045 , P- value = 0.00)

كانت هناك اختلافات كبيرة في سرعات التدفق عبر الصمام التاجي لوحظت بين الولدان الناضجين والخدج.

سرعة **E** وسرعة **A** أعلى بكثير:

(59.660 ± 5.615 مقابل 39.600 ± 4.383 , P-value 0.000)

(49.560 ± 6.051 مقابل 47.300 ± 4.300 , P- value = 0.050)

ونسبة **E / A** :

(1.210±0.084 مقابل 0.067±0.838 , P-value = 0.000)

تُظهر هذه الدراسة أن حديثي الولادة الناضجين ، مقارنة بالولدان الخدج ، ارتبطوا بـ سمك الحاجز بين البطينين عند الانبساط **IVSd** أعلى بشكل ملحوظ :

(0.347 ± 0.032 مقابل 0.292 ± 0.025 , P-value = 0.000)

وقطر الجدار الخلفي البطين الأيسر عند الانبساط **LPWd** :

(0.426 ± 0.028 مقابل 0.367 ± 0.049 , P- value = 0.000)

وكذلك البُعد الداخلي البطين الأيسر أثناء الانبساط **LVIDd** :

(1.697 ± 0.072 مقابل 1.337 ± 0.101 , P- value = 0.000)

وبالتالي ، كتلة البطين الأيسر و مؤشر كتلة البطين الأيسر أعلى بكثير:

LVM : (9.113 ± 0.822 مقابل 5.249 ± 0.710 , P- value = 0.000)

وLVMI : (41.490 ± 2.895 مقابل 38.857 ± 4.671 , P- value = 0.000)

ألقت هذه الدراسة الضوء أيضًا على العديد من الارتباطات المهمة مثل ارتباط الخطوط المنتظمة بين عمر الحمل والوزن ومساحة سطح الجسم مع كتلة البطين الأيسر (LVM r = & GA 0.652 عند حديثي الولادة ، r = 0.502 عند الخدج) ، (LVM r = 0.806 & .Wt عند الولدان الناضجين ، r = 0.493 عند الولدان المبتسرين) ، (LVM r = 0.791 & BSA في الولدان الناضجين ، r = 0.480 عند الولدان المبتسرين) والتي كانت إيجابية بدرجة عالية.

الاستنتاجات والتوصيات :

- كان الولدان الخدج المستقرون ظاهريًا والذين تم تقييمهم بواسطة صدى القلب خلال الأيام السبعة الأولى من عمر ما بعد الولادة ، لديهم تغيير في معلمات الوظيفة الانقباضية والانبساطية للبطين الايسر عند مقارنتها بالولدان حديثي الولادة ذوي المدة الكاملة داخل الرحم في نفس عمر ما بعد الولادة والتي قد تتعلق إلى حد كبير بالتأثير التنموي والنضج وتناقص الملء المبكر. تقترح النتائج التي توصلنا إليها أن الخدج يبدأون حياتهم بعضلة قلب غير مكتملة النمو تؤثر على المعلمات الانقباضية والانبساطية للبطين الأيسر للولدان.
- لا ينبغي استخدام ضغط الدم ومعدل ضربات القلب والمؤشرات السريرية الأخرى مثل وقت إعادة تعبئة الشعيرات الدموية وتشبع الأكسجين وإخراج البول بمفردها لتقييم وظيفة القلب والأوعية الدموية لحديثي الولادة ، كما أن تقييم الصدى الروتيني ضروري للتنبؤ بمخاطر حدوث مضاعفات حتى قبل ظهور الأعراض.