

## العلاقة بين مشعر كتلة البطين الأيسر ووظيفة القلب عند مرضى الأطفال الموضوعين على جلسات تحال دموي

خلود وليد جابر<sup>1</sup> ، أ.د. سمير سرور<sup>2</sup>

<sup>1</sup> طالبة ماجستير في قسم الأطفال - كلية الطب البشري - جامعة دمشق.

<sup>2</sup> أستاذ دكتور في قسم الأطفال - كلية الطب البشري - جامعة دمشق.

### الملخص:

الهدف: تعد الاختلالات القلبية الوعائية سبباً شائعاً للمراضة والوفيات عند مرضى القصور الكلوي المزمن. وتعتبر ضخامة البطين الأيسر و سوء الوظيفة الانبساطية علامات باكرة للاختلالات القلبية الوعائية. يعد مشعر كتلة البطين الأيسر LVMI بديلاً لتحديد ضخامة البطين الأيسر LVH ومؤشر للإصابة والوفيات القلبية الوعائية عند البالغين المصابين بارتفاع ضغط الدم.

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد العلاقة بين ارتفاع مشعر كتلة البطين الأيسر وعلامات تخطيط صدى القلب للوظيفة الانقباضية والانبساطية.

مواد البحث وطرائقه: شملت هذه الدراسة المستقبلية 23 طفلاً من مرضى القصور الكلوي الخاضعين لجلسات التحال الدموي الذين تتراوح أعمارهم من 4-14 سنة ما بين عامي 2020-2021، تم استبعاد مرضى الآفات القلبية الخلقية، القصور الكلوي التالي لإصابة ورمية (نفروبلاستوما-لمفوما)، تم إجراء صدى قلبي لجميع الأطفال في العينة المذكورة، وجمع المعطيات (نتائج إيكو القلب ووظيفة انقباضيه وانبساطية وكتلة بطين أيسر ومشعر كتلة البطين الأيسر، العمر، الجنس، الوزن) ووضعها في جداول لمقارنة النتائج وتحليل البيانات.

النتائج: من خلال هذه الدراسة 22 من 23 طفل كان لديهم مشعر كتلة البطين الأيسر LVMI أكبر من الحد الطبيعي لما يوافق العمر والجنس [ < 95% من الأطفال ضمن عينة الدراسة لديهم ضخامة بطين أيسر LVH ]، شكلت الضخامة المتراكزة Concentric 65.2% (15 من 23 مريض). تم تقييم الوظيفة الانقباضية: كانت طبيعية لدى 22 من 23 مريضاً. تم تقييم الوظيفة الانبساطية:

تاريخ الايداع: 2022/1/4

تاريخ القبول: 2022/4/7



حقوق النشر: جامعة دمشق -  
سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق  
النشر بموجب CC BY-NC-SA

كان هناك سوء وظيفة انبساطية لدى 16 من 23 مريضاً وشكلت سوء الوظيفة الانبساطية moderate النسبة الأعلى 14 من 16 مريض (60%) باستخدام TDI (E/E') التي أبدت أنها تسوء مع زيادة مشعر كتلة البطين الأيسر حيث كانت (P = 0.009) في حين لم تبدي نسبة E/A علاقة إحصائية مهمة. الاستنتاج: زيادة مشعر كتلة البطين الأيسر يرتبط مع انخفاض الوظيفة الانبساطية، ويمكن اعتباره علامة إنذارية مهمة للإصابة القلبية الوعائية لدى مرضى التحال الدموي. مشعر دوبلر الأنسجة الملون TDI هو إجراء بسيط وأداة تشخيص أكثر دقة في التشخيص الباكر لسوء الوظيفة الانبساطية.

الكلمات مفتاحية: مشعر كتلة البطين الأيسر، تحال دموي، قصور كلوي مزمن، سوء وظيفة انبساطية، سوء وظيفة انقباضيه، إصابة قلبية وعائية .

## Relationship between left ventricular mass index and cardiac function in pediatric hemodialysis patients

Kholoud Walid Jaber<sup>1</sup>, Prof. Samir Srour<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Postgraduated Student in Pediatric Department - Faculty of Medicine - Damascus University.

<sup>2</sup> Prof. Doctor in Pediatric Department - Faculty of Medicine - Damascus University.

### Abstract:

**Objective:** Cardiovascular disease (CVD) is a common cause of morbidity and mortality in children with chronic kidney disease (CKD). Left ventricular hypertrophy (LVH) and diastolic dysfunction(LVDD)are early markers, Left ventricular mass index (LVMI) is a surrogate of left ventricular hypertrophy and a predictor of cardiac morbidity and mortality in adults with hypertension.

The aim of this study was to identify an association between elevated LVMI and echocardiographic markers of systolic and diastolic function.n

**Materials and Methods:** This prospective study included 23 children of chronic dialysis patients who are between 4-14 years from 2020-2021 , we excluded congenital heart diseases, and renal insufficiency following neoplastic injury, We performed echocardiography for all patients included in the study, we collected information (echo result, age, weight, sex), put them in schedules and made data analysis. We compare the results with previous studies.

**Results:** Left ventricular hypertrophy was present in 22 patients (95.6 %). and the most common cardiac geometry was concentric LV hypertrophy (65.2%).

Diastolic function evaluated with TDI (E/E`=early/late diastolic myocardial velocity) worsened with increased of Left ventricular mass index (LVMI).(P value = 0.009) diastolic dysfunction found in 69.3% of patient.

**Conclusions:.** Elevated LVMI is associated with decreased diastolic cardiac function, justifying its use as a surrogate of cardiomyopathy in children undergoing chronic dialysis Tissue Doppler is a simple producer and more accurate diagnostic tool in early diagnosis of diastolic dysfunction.

**Key words:** Left Ventricular Mass Index, Dialysis, Diastolic Dysfunction, Systolic Dysfunction, Chronic Kidney Disease, Cardio Vascular Disease .

Received: 4/1/2022

Accepted: 7/4/2022



**Copyright:** Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

**أولاً: مقدمة:**

في البالغين الذين يعانون من ارتفاع ضغط الدم والقصور الكلوي، يعتقد أن ضخامة البطين الأيسر قادر على التكيف مبدئياً لتحسين الانقباضات وتقليل إجهاد الجدار (wall stress) في مواجهة زيادة الحمل البعدي (Afterload (ضغط الدم (BP) والحمل القبلي (Preload (الحجم).<sup>(8)</sup>

**هدف البحث :**

الهدف من هذه الدراسة هو دراسة نسبة انتشار الضخامة القلبية لدى مرضى القصور الكلوي المزمن الموضوعين على جلسات التحال الدموي، دراسة مشعر كتلة البطين الأيسر وأهميته كعلامة إنذارية للإصابة القلبية الوعائية، تحديد إذا كان هناك علاقة بين ارتفاع مشعر كتلة البطين الأيسر LVMI عند أطفال القصور الكلوي المزمن الموضوعين على جلسات تحال دموي وخطورة تطور سوء وظيفة قلبية cardiac dysfunction.

**ثانياً: مواد البحث وطرقه:**

دراسة حشدية مستقبلية (Prospective cohort study) في مستشفى الأطفال الجامعي بدمشق في الفترة الواقعة من (2020-4-1) ولغاية (2021-8-1).

تم اختيار العينة من أطفال القصور الكلوي المزمن الموضوعين على جلسات التحال الدموي ما بين عمر 5-14 سنة مع تحديد وزن وجنس المريض ومساحة سطح الجسم، وقد تم إجراء إيكو قلب دوبلر وقياس كتلة البطين الأيسر وحساب مشعر كتلة البطين الأيسر وقياس الوظيفة الانقباضية والانقباضية للقلب.

**معايير الاستبعاد:**

- أطفال القصور الكلوي التالي لإصابة ورمية الخاضعين للعلاج الكيميائي .
- الأطفال الذين لديهم آفة قلبية خلقية .

يتطلب تقييم وعلاج مرضى القصور الكلوي المزمن CKD ادراك لمفاهيم ذات صلة من التشخيص والحالات المرضية وشدة المرض ومضاعفات المرض بما في ذلك مضاعفات القلب والأوعية الدموية.

يتطور تضخم البطين الأيسر في وقت مبكر من مسار CKD ويعتقد أنه يحافظ على وظيفة القلب ويقلل من إجهاد جدار البطين الأيسر أثناء حالات زيادة الحمل القبلي preload والبعدي afterload ارتبطت العديد من العوامل الهيموديناميكية والغير هيموديناميكية مع تطور ضخامة البطين الأيسر LVH<sup>(1)</sup> تماشياً مع هذا الارتباط، يحدث التكيف البطين الأيسر من خلال نموذجين هندسيين متميزين<sup>(1)</sup>

**1-Eccentric geometry (الضخامة اللامتركة)**

2- (ضخامة متركة) Concentric geometry تخطيط صدى القلب هو أداة مثالية لتقييم القلب كإجراء غير غازي، محمول، وفعال في توفير معلومات تشريحية مفصلة وهيموديناميكية ومعلومات فيزيولوجية عن قلب الأطفال<sup>(2)</sup>

لايزال إيكو القلب هو الأساس لتقييم كتلة البطين الأيسر LVM في الممارسة السريرية اليومية<sup>(3)</sup>

**أهمية وهدف البحث:**

تعد المضاعفات القلبية شائعة عند مرضى القصور الكلوي المزمن وتسبب زيادة في معدل نسبة الوفيات لديهم . تشير الدراسات تخطيط الصدى القلبي عند المرض الصغار والمصابين بقصور كلوي مزمن ومرضى الكلى في نهاية المرحلة (ESRD) يعانون من تشوهات في بنية ووظيفة البطين الأيسر<sup>(4,5)</sup>

الأطفال المصابون بقصور كلوي مزمن لديهم ارتفاع حدوث ضخامة بطين أيسر LVH.<sup>(6,7)</sup>

**مواد وطرائق البحث:**

تم إجراء ايكو قلب لجميع أطفال القصور الكلوي المزمن الخاضعين لجلسات التحال الدموي والمستوفين لشروط الدراسة وتم استخلاص البيانات المطلوبة والتي تتضمن:

**1- كتلة البطين الأيسر، ومشعر كتلة البطين الأيسر:**

كتلة البطين الأيسر LVM: تحسب في نهاية الانبساط باستخدام القانون المعرف من الجمعية الأمريكية يتم حسابها عبر تخطيط الصدى القلبي عبر الصدر M-mode في نهاية انبساط البطين الأيسر عبر معادلة Devereux<sup>(10)</sup>

$$LVM=0.8[1.04 \times (LVID+PWT+IVST)^3 - LVID^3] + 0.6 \text{ g}$$

مشعر كتلة البطين الأيسر (LVMI) هو عبارة عن ناتج قسمة كتلة البطين الأيسر (LVM) المقاسة عبر تخطيط الصدى القلبي مقسوماً على مساحة سطح الجسم (BSA).

**2- الوظيفة الانقباضية (EF.FS) تم قياسها عبر:**

1- الكسر القذفي (Ejection Fraction) (EF)

2- كسر التناقص (Fractional shortening) (FS)

تم احتساب FS غير طبيعي في حال كانت أقل بمعايير حسب العمر وتم احتساب EF غير طبيعي في حال كانت أقل من 55%.

**3- الوظيفة الانبساطية (E/A , E/e')<sup>(11)</sup>**

- حسب الجريان عبر التاجي نسبة E/A wave velocity ratio (E/A) في حال كانت النسبة أقل من 1 أو أكثر من 3 هي سوء وظيفة انبساطية.

- وحسب Mitral E wave to lateral mitral tissue Doppler 'e (E/e') في حال كانت النسبة أكثر من 10 يقترح سوء وظيفة انبساطية

- تم تنظيم البيانات ضمن استمارات خاصة بالبحث، وبعد الانتهاء من جمع البيانات تم إدخالها إلى الحاسوب ودرستها إحصائياً واستخلاص النتائج.

- ثم تمت مقارنة النتائج مع نتائج دراسات عالمية مشابهة.  
- تم حساب حجم عينة البحث باستخدام معادلة ستيفن ثومبسون Steven Sompson على الشكل الآتي:

$$n = \frac{N \times p(1-p)}{[(N-1) \times (d^2 \div z^2)] + p(1-p)}$$

حيث:

N: هو حجم العينة باعتبار عدد الحالات المُشخَّصة في الفترة ما بين 1-4-2020 إلى 1-8-2021  
P: نسبة توفر الخاصية و المحايدة = 0.50.  
Z: الدرجة المعيارية لمستوى الثقة 0.95 وتساوي 1.96.  
d: نسبة الخطأ 0.05.

وبتطبيق المعادلة يكون حجم العينة المطلوب 20 طفلاً.

**ثالثاً: نتائج البحث:**

في نهاية البحث اكتملت لدينا بيانات 23 طفلاً من مرضى القصور الكلوي المزمن موضوع على جلسات التحال الدموي، ودراسة هذه البيانات إحصائياً باستخدام برنامج SPSS، ووصلنا للنتائج الآتية:

**1- توزع عينة البحث بحسب الجنس:**

الجدول (1):

النسبة المئوية	العدد	الجنس
30.4%	7	ذكر
60.6%	16	أنثى

من الجدول (1) نلاحظ أن نسبة الإناث أكبر من نسبة الذكور.

**2- دراسة حسب مشعر كتلة البطين الأيسر (وجود ضخامة):**

الجدول (2):

مشعر كتلة البطين الأيسر	طبيعي	هناك زيادة
العدد	1	22
النسبة	4.4%	95.6%

الإناث اللواتي لديهن ضخامة متراكزة 68.75% في حين كانت نسبة الذكور الذين لديهم الضخامة اللامتراكزة 33.33% أعلى من نسبة ظهورها عند الإناث 31.25%.

#### 5- توزيع أفراد العينة وفقاً للوظيفة الانقباضية:

الجدول [4]: كانت الوظيفة الانقباضية الطبيعية هي الأشيع بنسبة 95.7% (22 مريضاً).

الجدول (4):

الوظيفة الانقباضية	العدد	النسبة المئوية
طبيعية	22	95.7%
مرضية	1	4.3%

6- توزيع أفراد العينة وفقاً للوظيفة الانبساطية: جدول رقم [5] وجد أن النسبة الأعلى لسوء الوظيفة الانبساطية متوسط الشدة (psuedonormal) Moderate بنسبة 60.9% من المرضى.

الجدول (5):

الوظيفة الانبساطية	العدد	النسبة المئوية
طبيعية	7	30.4%
سوء وظيفة خفيف	1	4.3%
سوء وظيفة متوسط	14	60.9%
سوء وظيفة شديد	1	4.3%

#### 7 - تأثير الجنس على الوظيفة القلبية:

يظهر الشكل [2] أن الوظيفة الانقباضية كانت طبيعية عند جميع المشاركين عدا أنثى واحدة، في حين كانت الوظيفة الانبساطية طبيعية عند 25% من الإناث و 33% من الذكور، وكانت نسبة اسوء الوظيفة الانبساطية عند الإناث 75% أعلى من نسبتها عند الذكور 66.67% لكن دون أي أهمية إحصائية ( $p\text{-value } 0.824 > 0.05$ ).

من خلال هذه الدراسة 22 من 23 طفلاً كانت لديهم مشعر كتلة البطين الأيسر LVMI أكبر من الحد الطبيعي لما يوافق العمر والجنس (أكبر من الخط المتوي 95 من LVMI الموافقة للعمر والجنس. مما يطرح اعتبار أن مشعر كتلة البطين الأيسر LVMI كان مرتفعاً (بمعنى يوجد ضخامة قلبية LVH) عند أفراد العينة بنسبة 95.6%.

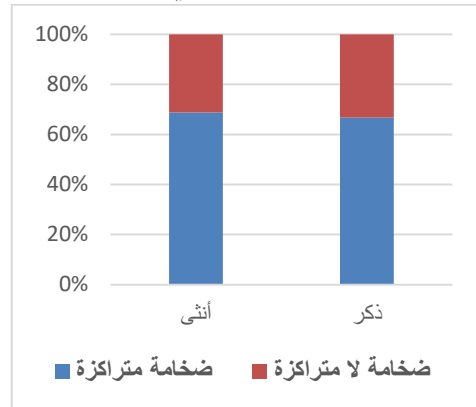
3- توزيع عينة البحث حسب الشكل الهندسي للضخامة القلبية:

الجدول (3):

الشكل الهندسي	العدد	النسبة المئوية
ضخامة متراكزة concentric	15	65.2%
ضخامة لا متراكزة Eccentric	7	30.4%
Concentric remodeling	1	4.3%

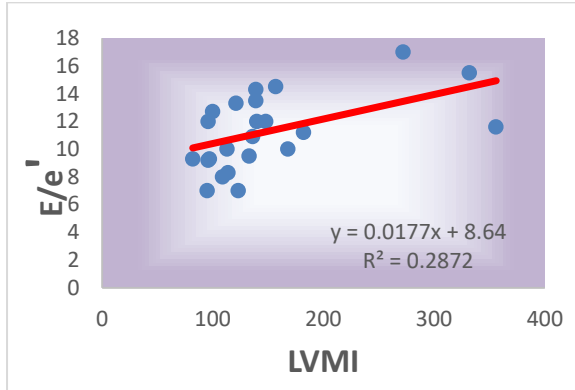
يبين الجدول [3] التكرارات والنسب المئوية للشكل الهندسي للبطين الأيسر، حيث كانت الضخامة المتراكزة هي الأشيع بين أفراد مجموعة الدراسة بنسبة 65.2% (15 مريضاً).

#### 4- تأثير الجنس على الشكل الهندسي للضخامة القلبية:

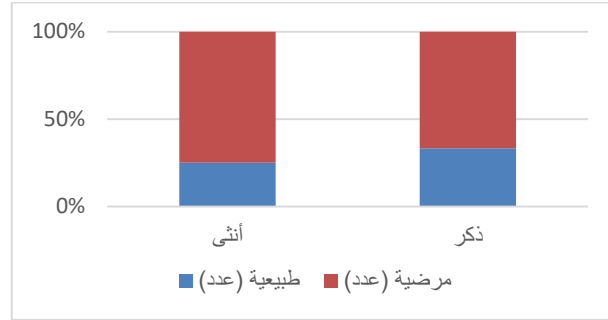


الشكل (1): العلاقة بين الجنس والشكل الهندسي للضخامة القلبية

تبين أنه ليس هناك تأثير للجنس على ضخامة القلب لديها concentric remodeling، المشاركين الذكور الذين يعانون من ضخامة متراكزة 66.67% أقل بقليل من نسبة



الشكل (3): العلاقة بين LMVI و E/e'



الشكل (2): النسبة المئوية لحالة الوظيفة الانبساطية لدى المشاركين وفقاً لمتغير الجنس.

## 8 - العلاقة بين زيادة مشعر كتلة البطين الأيسر ومشعرات وظائف القلب :

يُبين الجدول (6) معاملات ارتباط سبيرمان بين LMVI ومعاملات وظائف القلب، حيث هناك علاقة طردية (شكل رقم 3) متوسطة  $R=0.54$  ذات دلالة إحصائية بين LMVI ومعامل الوظيفة الانبساطية E/e' وتجدر الإشارة إلى أن الارتباط لا يعني السببية، في حين ليس هناك علاقة ذات دلالة إحصائية بين LMVI وكل من FS و EF و E/A.

الجدول (6):

E/e'	E/A	EF	FS	LMVI	
0.542	0.040	-0.029	-0.020	1.000	معامل الارتباط
0.009	0.860	0.897	0.931	-	p-value

استخدمت خوارزمية الانحدار الخطي المتعدد التدرجي للتنبؤ بعلاقة LMVI بالمتغيرات العددية المذكورة في الجدول (6)، وقد تبين أنه يمكن التنبؤ بقيمة LMVI وفق المعادلة الخطية الآتية أي أن زيادة LMVI بمقدار 1 يسبب زيادة بمقدار 0.0177 بنسبة E/e'.

## رابعاً: المقارنة مع الدراسات العالمية المشابهة:

الأطفال هم مجموعة مثالية لدراسة بنية ووظيفة القلب والأوعية لأنهم يتعرضون بشكل أقل لعوامل الخطورة التقليدية ل CVD مثل السمنة والتدخين والسكري ركزت الأبحاث الحديثة في طب الأطفال على تقييم العلامات المبكرة لأمراض القلب والأوعية لدى مرضى التحال الدموي والتي هي ضخامة البطين الأيسر LVH وسوء الوظيفة الانبساطية LVDD. حالياً تم التركيز على أن ضخامة البطين الأيسر ليس فقط هي النمط الأشيع من الإصابة القلبية الوعائية عند مرضى القصور الكلوي المزمن، ولكنه أيضاً عامل خطر مستقل للبقاء على قيد الحياة حيث أظهرت دراستنا أن ضخامة البطين الأيسر كانت مسيطرة بكل مهم وشكلت أكثر من 95% من المرضى ضمن عينة الدراسة وهي أكبر قيمة إحصائية تم اسدالها مقارنة بباقي الدراسات (12,13,14,15).

تبين الدراسات السابقة أن ضخامة البطين الأيسر المترافقة concentric هي النمط الأشيع لدى المرضى قبل التحال Pre dialytic، في حين أن الضخامة اللامترافقة Eccentric كانت أشيع عند مرضى التحال الدموي وبعضهم افاد أن النمط المترافقة concentric هو تطور طبيعي في مرضى التحال.

في دراستنا كانت النسبة الأشيع هي المترافقة concentric حيث شكلت 65.2% وهذه النتائج تشبه بعض النتائج التي

- ✓ توصلت إليها دراسات سابقة منها الدراسة التركيبية (12) بينما في الدراسة في صربيا (15) كانت النمط اللامتراكة Eccentric هي النمط المسيطر.
- ✓ نظرا للأسباب المتعددة لسوء الوظيفة الانبساطية فمن الممكن أننا لم نتحكم بشكل كامل في جميع المتغيرات المرئية .
- ✓ على عكس البالغين تظل الوظيفة الانقباضية طبيعية لدى الأطفال على الرغم من وجود ضخامة بطين أيسر لدى مرضى القصور الكلوي.

تشابه قيم EF, FS لمرضاة مع دراسات سابقة (13,15)

- ✓ سابعاً: الخلاصة :
- ✓ على النقيض من الدراسة الأمريكية (14) حيث أظهر ان زيادة كتلة البطين الأيسر LVMI تترافق مع تناقص FS . في حين أظهر Mitnefes أن الأطفال الذين يخضعون للتحال الدموي لديهم انخفاض بالقلوصية أثناء الجهد .ومن الممكن أن يكشف التقييم اثناء الجهد تغيرات أكثر دقة في وظيفة البطين الأيسر .لسوء الحظ قمنا بتقييم الوظيفة الانقباضية أثناء الراحة ،وهذا ايضا من محددات الدراسة !!
- ✓ ضخامة البطين الأيسر LVH شائعة عند مرضى التحال الدموي وتشكل <95% من المرضى ، وتعدّ من الاختلالات القلبية الباكرة.
- ✓ شكلت Concentric النسبة الأشيع بين أشكال الضخامة القلبية.65.3%
- ✓ تعدّ ضخامة البطين الأيسر هي علامة انذارية هامة لتطور سوء الوظيفة الانبساطية. حيث أثبت أن هناك علاقة بين زيادة مشعر كتلة البطين الأيسر سوء وظيفة الانبساطية ( E/e' ) والتي وجد بينه وبين الشكل الهندسي ارتباط حيث كانت أكثر تأثراً بالضخامة المتراكزة concentric .

- ✓ من ناحية أخرى ،غالبا ما يكون سوء الوظيفة الانبساطية هو الخلل الأول لوظيفة القلب كما هو الحال في مرضانا. حيث تم ملاحظة وجود ارتباط كبير بين زيادة LVMI وسوء الوظيفة الانبساطية. أثبت زيادة E/e' والتي تمثل ضعف الامتلاء الانبساطي (impaired diastolic filling) انها مرتبطة بشكل كبير بزيادة LVMI،في حين أن نسبة E/A لم تصل الى دلالة إحصائية بشكل مشابه للدراسة الأمريكية shamszed ودراسة صربيا (15,14).

#### خامساً: المحددات والمعوقات:

- ✓ عينة الدراسة قليلة حيث اقتصرت عينة الدراسة على مرضى التحال الدموي في مركز واحد (مشفى الأطفال الجامعي بدمشق).
- ✓ يعاني المرضى الذين يخضعون للتحال الدموي من تغيرات في السوائل قد تسبب تباينا متزايدا في القيم حتى بعد التحال .



### التوصيات :

متابعته بإيكو دوري كل شهر، مراقبة الاستجابة على

العلاج بتحديد الأسباب وتفاديها.

- يفضل إجراء إيكو قلب بعد مضي 24 ساعة على الأقل على جلسة التحال تفاديًا للحمل الزائد وتشويش النتائج.

- ينصح متابعة مرضى القصور الكلوي بإجراء إيكو قلب قبل بداية التحال ومتابعته بشكل دوري لتحديد بداية الإصابة القلبية الوعائية وتداركها. في حال كان إيكو القلب طبيعياً في البداية يمكن إجراء إيكو القلب كمراقبة دورية كل 6 شهور، بينما في حال أثبت وجود أي من المتغيرات التي تقترح الإصابة القلبية يجب

**References:**

1. Glassock RJ, Pecoits-Filho R, Barberato SH. **Left ventricular mass in chronic kidney disease and ESRD.** Clin J Am Soc Nephrol 2009;4 (Suppl 1):S79–S91.
2. Rychik J, Ayres N, Cunico B, et al. **American Society of Echocardiography guidelines and standards for performance of the fetal echocardiogram.** J Am Soc Echocardiogr 2004; 17:803–810.
3. Stewart GA, Foster J, Cowan M, Rooney E, McDonagh T, Dargie HJ, et al. **Echocardiography overestimates left ventricular mass in hemodialysis patients relative to magnetic resonance imaging.** Kidney Int 1999;56:2248–2253.
4. Johnstone LM, Jones CL, Grigg LE, et al. **Left ventricular abnormalities in children, adolescents and young adults with renal disease.** Kidney Int.1996;50:998–1006
5. Palcoux JB, Palcoux MC, Jouan JM, et al. **Echocardiographic patterns in infants and children with chronic renal failure.** Int J Pediatr Nephrol.1982;3:311–314.
6. O'Regan S, Matina D, Ducharme G, et al. **Echocardiographic assessment of cardiac function in children with chronic renal failure.** Kidney Int.1983;15(suppl):77–82.-
7. Mitsnefes MM, Daniels SR, Schwartz SM, et al. **Severe left ventricular hypertrophy in pediatric dialysis: prevalence and predictors.** Pediatr Nephrol. 2000;14:898–902.
8. Grossman W, Jones D, McLaurin LP. **Wall stress and patterns of hypertrophy in the human ventricle.** J Clin Invest. 1975;56:56–64.
9. Parfrey PS, Foley RN, Harnett JD, et al. **Outcome and risk factors for left ventricular disorders in chronic uremia.** Nephrol Dial Transplant. 1996;11:1328–1331.
10. Devereux RB, Alonso DR, Lutas EM, Gottlieb GJ, Campo E, Sachs I, Reichek N **Echocardiographic assessment of left ventricular hypertrophy: comparison to necropsy findings.** Am J Cardiol. 1986;57:450-458
11. Smiseth OA, Waggoner AD, Flachskampf FA, Pellikka PA, Evangelista A (2009) **Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography.** J Am Soc Echocardiogr 22:107–133
12. Mahmut Civilibal, Huseyin Oflaz, Salim Calishan .Cengiz candan.Nur Canpolat. **Left ventricular systolic and diastolic function and carotid intima-media thickness in pediatric dialysis patient.**Int Urol Nephrol(2009) 41:401-40
13. MAHMUT CIVILIBAL, SALIM CALISKAN, HUSEYIN OFLAZ, LALE SEVER, CENGI 'Z CANDAN, NUR CANPOLAT OZGUR KASAPCOPUR **Left ventricular function by 'conventional' and 'tissue Doppler' echocardiography in paediatric dialysis patients .** NEPHROLOGY 2009; 14, 636–642
14. Pirouz Shamszad & Timothy C. Slesnick & E. O'Brian Smith & Michael D. Taylor & Daniel I. Feig **Association between left ventricular mass index and cardiac function in pediatric dialysis patients.** Pediatr Nephrol (2012) 27:835–841.
15. Ljiljana S. Sulovic<sup>1</sup>, Vladimir Sulovic, Zorica Zivkovic, Jovan Zivkovic, Maja Vasic, Nenad Sulovic . **Assessment of Left Ventricular Diastolic Function in Children Undergoing Hemodialysis Using Various Doppler Techniques.** . doi:10.20944/preprints201811.0435.v1