

List of Tables

Table No.	Table Title	Page No.
1	Fourteen disorders account for about 85% of cases with approximated frequency presented below	40
2	Categories of Presenting Symptoms in the Neonates	45

List of Figures

Figure No.	Figure Title	Page No.
1	Illustration showing fetal heart development	7
2	Illustration showing conducting system of the heart	13
3	Illustration showing fetal blood flow	17
4	Illustration showing postnatal blood flow	17
5	Image showing sternocostal surface	20
6	Illustration showing sternocostal surface of the heart	20
7	Image showing the diaphragmatic surface	21
8	Illustration showing the diaphragmatic surface of the heart	22
9	Figure showing opened right atrium	24
10	Section in a heart showing Rt. and Lt. Ventricles	28
11	Illustration showing Rt. and Lt. Ventricles	29
12	Illustration showing opened Tricuspid and Mitral valves at ventricular systole	32
13	Illustration showing opened Aortic and Pulmonary valves at ventricular diastole	32
14	Closed heart illustration presenting the great vessels	37
15	Opened heart illustration presenting the great vessels	38
16	Heart Defects in the USA from (1997-2003) showing rates over time of selected heart defects	41
17	Illustration showing ASD	48
18	Illustration showing VSD	51
19	Illustration showing PDA	52
20	Illustration showing Fallot	55
21	Illustration showing TGA	57
22	Illustration showing TAPVC	59
23	Illustration showing hypoplastic left heart	60
24	Illustration showing Pulmonary stenosis	61

Figure No.	Figure Title	Page No.
25	Illustration showing Pulmonary atresia	61
26	Illustration showing aortic stenosis	63
27	Illustration showing Coarctation of the Aorta	65
28	Illustration showing Tricuspid atresia	67
29	Position of the heart in the thorax	81
30	Cardiac axis imaging planes	83
31	Short-axis images	86
32	Horizontal long-axis images	87
33	Vertical long-axis images	88
34	Alignment of the thoracic aorta using a 3-point plane	89
35	The right (RPA) and left pulmonary arteries (LPA)	90
36	Right atrium at (a) end diastole and (b) end systole	91
37	Right atrial appendage	93
38	Left atrium at end diastole (a) and end systole (b)	95
39	Right and left atrial appendage	96
40	Atrial (interatrial) septum. Horizontal long-axis image	98
41	Components of the right ventricle	99
42	Components of the left ventricle	102
43	Left ventricular papillary muscles	103
44	Tricuspid and mitral valve	106
45	Aortic valve cusps in closed (a) and open (b) condition	107
46	Transverse images	109
47	Coronal images	110
48	Sagittal images	111
49	FLASH 2D cine MRI of the heart in four chamber View: ASD of septum secundum	116
50	FLASH 2D cine MRI of the heart in four chamber view VSD	118
51	Balanced-SSFP four-chamber view of a complete AVSD	119

Figure No.	Figure Title	Page No.
52	Axial electrocardiograph-gated, spin-echo magnetic resonance image	121
53	Coronal breath-hold magnetic resonance angiogram	121
54	Left anterior oblique cine magnetic resonance angiogram	122
55	MRI of the heart in an infant with tetralogy of Fallot	125
56	MRI of tetralogy of Fallot in an infant (same patient)	125
57	Dynamic cine MR images of the heart, obtained with a fast imaging with steadystate precession sequence, TOF	126
58	Axial black-blood turbo-spin-echo images of transposition of the great arteries	128
59	Coronal MRI of the chest.	130
60	Coronal T1-weighted MRI of the chest in a patient with truncus arteriosus	130
61	Axial T1-weighted MRI of the chest	131
62	Sagittal T1-weighted MRI of the chest in a patient with truncus arteriosus	131
63	65-year-old man with severe aortic stenosis and bicuspid aortic valve	134
64	Image in FSE “black blood” for the study of aortic coarctation	136
65	Valvular pulmonic stenosis by Cine MRI in the right ventricular outflow tract plane	138
66	Axial ECG-gated spin-echo MRI	141
67	Axial ECG-gated spin-echo MRI	141
68	Axial ECG-gated spin-echo MRI in an adolescent patient with tricuspid atresia	142
69	Axial ECG-gated spin-echo MRI in a patient with Ebstein anomaly	146
70	Axial ECG-gated spin-echo MRI in the same patient	147

Figure No.	Figure Title	Page No.
71	Interatrial defect of the sinus-venous type in a SPGR image	151
72	FLASH 2D cine MRI showing ASD and VSD	154
73	Spin-echo MRI showing ASD	156
74	MR images detecting size and shape of an ASD	158
75	Pulmonary MRI angiography demonstrating the pulmonary anatomy	160
76	Coronal and Axial MRI showing absent Pulmonary Valve and dilated Pulmonary Artery	162
77	Systolic and Diastolic Phases in axial cine MRI in a case of Fallot with absent pulmonary valve	163
78	MRI and MRA in a female with Fallot	165
79	Transverse T2-weighted black-blood spin-echo MRI in a case of Ebstein anomaly	167
80	Transverse bright-blood gradient-recalled-echo cine MR images in a case of Ebstein anomaly	168
81	Cine gradient echo image	169
82	Axial spin echo image	169
83	Coronal spin echo image	170
84	MRA showing aortic arch hypoplasia and coarctation	171
85	Short axis spin-echo MRI showing subaortic stenosis	172
86	MRA in a case of PAPVR	174

Contents

	Page
 Introduction.....	1
 Aim of the Work.....	4
 Review of Literature.....	5
• Chapter 1: Embryology and anatomy of the heart and great vessels.....	5
• <i>Chapter 2:</i> Pathology and types of congenital heart diseases.....	39
• <i>Chapter 3:</i> Techniques of MRI examination for the heart and great vessels	71
• <i>Chapter 4:</i> Normal appearance of the heart and the great vessels by MRI examination	91
• <i>Chapter 5:</i> MRI manifestations of the commonest congenital heart diseases	112
 Summary and Conclusion	175
 References	182
 Arabic Summary	1-2

دور الفحص بالرنين المغناطيسي في تقييم أمراض القلب الخلقية

رسالة مقدمة

توطئة للحصول على درجة الماجستير في الأشعة
التشخيصية

مقدمة من

الطبيب / زينب صفاء عبد الوهاب مصطفى

تحت إشراف

الأستاذ الدكتور / سحر محمد الجعفري

أستاذ الأشعة التشخيصية

كلية الطب

جامعة عين شمس

الدكتور / أحمد فاروق عبد العال

مدرس الأشعة التشخيصية

كلية الطب

جامعة عين شمس

كلية الطب

جامعة عين شمس

2009

Role of Cardiac MRI in Evaluation of Congenital Heart Disease

Essay

*Submitted for the Partial Fulfilment
of Master Degree in Radiodiagnosis*

By

Zeinab Safaa Abd El-Wahab Mustafa
(M.B., B.Ch.)

Under Supervision of

Prof. Dr./ Sahar Mohamed El-Gaafary

Professor of Radiodiagnosis

Faculty of Medicine

Ain Shams University

Dr./ Ahmed Farouk Abd El-Aal

Lecturer of Radiodiagnosis

Faculty of Medicine

Ain Shams University

Faculty of Medicine
Ain Shams University
2009

الملخص العربي

يتميز التصوير بالرنين المغناطيسي عن غيره من أساليب التصوير بميزة رئيسية إذا ما كان الحديث عن تصوير القلب. تتمثل هذه الميزة في القدرة على التفريق بين الأنواع المختلفة من الأنسجة اعتماداً على الخصائص المختلفة والمتعددة للأنسجة. وعلى سبيل المثال، فإننا نعتمد عند استخدام الأشعة المقطعية والأشعة السينية على كثافة النسيج؛ فكلما زادت كثافة النسيج كلما ظهر النسيج أكثر بياضاً؛ وكلما قلت كثافة النسيج كلما ظهر أكثر قتامة. ومن هنا ففي حالة عدم وجود اختلاف كبير بين كثافة الأنسجة، فلن نستطيع أن نميز بينهم باستخدام الأشعة المقطعية أو الأشعة السينية إلا إذا قمنا بإعداد التباين المناسب. ومع استخدام الأشعة فوق الصوتية وتخطيط صدى القلب فإننا نعتمد على قدرة النسيج في توليد الصوت من أجل إخراج الصورة المطلوبة. يوفر التصوير بالرنين المغناطيسي طرقاً عديدة مختلفة لفحص النسيج مثل تى 1 أو تى 2، والتصوير بقمع الدهون، والتصوير بالتروية، والتصوير بالإنشطار الإشعاعي، وغيرها. توجد أيضاً تقنية التحليل الطيفي باستخدام الرنين المغناطيسي والتي تركز على البصمة الكيميائية الحيوية للأنسجة المختلفة. ومع ما يوفره التصوير بالرنين المغناطيسي من أدوات، بالإضافة إلى التقدم التكنولوجي الذي يساهم في إنجاز الأعمال بصورة أسرع فإن بإمكاننا التشخيص بصورة أفضل وأكثر دقة.

إن هناك عدد من التطبيقات التي يصبح فيها إجراء التصوير بالرنين المغناطيسي على القلب أكثر قوة. فعلى أبسط المستويات، يعتبر قياس وظيفة القلب باستخدام الرنين المغناطيسي هي التقنية القياسية والمعيارية إذا ما



قورنت بالطرق الأخرى. يقدم التصوير بالرنين المغناطيسى وضوحاً مكانياً وتبايناً عالى الدقة داخل النسيج - من خلال هذه التقنية نستطيع رؤية الحدود الفاصلة بين عضلة القلب وبين الدم بصورة واضحة. يندر مع التصوير بالرنين المغناطيسى استخدام الأدوات الأخرى المتداخلة مع جهاز رسم القلب واختبارات الإجهاد الخاصة بالطب النووى والتي يتم اللجوء إليها فى حالة كبر حجم الجسم للمريض أو "هيئة المريض"، شريطة أن يجتاز جسم ثقب المغناطيس. تساعد الصور عالية الدقة على تمكيننا من الحصول على معلومات كمية عن وظيفة القلب. تعتبر التفاصيل الخاصة بحركية الجدار فى غاية الحساسية - وعلى سبيل المثال، يمكننا إعداد تقييم كمى للقصور الانقباضى والانبساطى لكل جزء من عضلة البطين اليمنى واليسرى. إن هذا الأمر فى غاية الأهمية لعمل التشخيص المبكر للأمراض الدقيقة وكذلك لاختبار العلاجات اللازمة.

ومما يميزها عن غيرها، تعتمد جودة صور الرنين المغناطيسى على القلب المتحصل عليها على فهم طبيعة وكيفية تكون هذه الصور. وفى مجال التصوير بالرنين المغناطيسى، يمثل تصوير القلب تقنياً أحد الموضوعات الأكثر تحدياً حيث لا يمتلك أخصائى الأشعة وأطباء القلب الخلفية الكاملة عنها. ومع توافر الآلات، تُفتقد الخبرة اللازمة لمعرفة كيفية تسخيرها لهذا الغرض. إن بعض التقنيات مثل التقنيات المعتمدة على نظرية الدقة فى الحالة الثابتة وتصوير اختبار الحيوية تتطلب بعض الخبرة للتعامل معها.

تعانى بعض الحالات من رهاب الأماكن الضيقة والذى يشعرون به عند إخضاعهم للمغناطيس. كما أن هناك بعض الحالات الأخرى ذات

الأجسام الكبيرة والتي لا يمكن أن تجتاز ثقب المغناطيس. وبصفة عامة، يمكن إخضاع معظم المرضى للدراسة والفحص. إن أحد الحدود الفاصلة هو أننا لا نستطيع تصوير المرضى الذين قاموا بزرع مزيلات الرجفان أو بتركيب مُقَوِّم نظم القلب. لكن وكما هو الحال، فكل شئ في تغير مستمر. وحيث تزايدت أهمية استخدام التصوير بالرنين المغناطيسي في التشخيص، يحاول المجتمع البحثي وضع الحلول لبعض هذه القيود. فقد سجلت بعض التقارير القادمة من القارة الأوروبية تجربة الباحثين الخاصة بوضع بعض المرضى الذين قاموا بتركيب مقومات نظم للقلب داخل أجهزة التصوير بالرنين المغناطيسي. إن هؤلاء مرضى معتمدين على مقومات نظم القلب وتتم متابعتهم بعناية فائقة. لم يلق هذا التوجه قبولاً على نطاق واسع، وإن كان يوحي بتبنى اتجاه جديد سوف يلقى مزيداً من الاهتمام فيما بعد.

تنتشر أمراض القلب الخلقية إكلينيكيًا وتحدث بنسبة 0.8% في حديثي الولادة الأحياء. فبينما يخضع العديد من حديثي الولادة والأطفال لإجراءات الجراحة، نجد أن ما يقرب من 50.000 من البالغين الذين يعانون من أحد أمراض القلب الخلقية قد خضعوا للعلاج الجراحي و150.000 على الأقل من البالغين تعرضوا لحالات كبيرة من عدم التعرف على المرض، أو لسوء التشخيص، أو لفئات من الأمراض الغير قابلة للتشخيص والعلاج.

لا يمكن اعتبار التصوير بالرنين المغناطيسي للقلب استراتيجية أولية للتصوير في حالات أمراض القلب الخلقية، غير أن عوامل أخرى مثل الحصول على صورة عالية الدقة في جميع الاتجاهات، والصور الحركية للقلب والتصوير الوعائي للأورطي، والشرابين والأوردة الرئوية تجعله وسيلة

قيمة فى مجال التشخيص. تتضمن خطة عمل التصوير بالرنين المغناطيسى بالنسبة للأمراض الخلقية لدى الأطفال عناصر تشريحية ووظيفية. تستخدم مطيافية صدى سبين (رسم القلب الكهربائى) وتصوير الأوعية على التباين بالرنين المغناطيسى فى توفير معلومات التشريح، فى حين يتم الحصول على المعلومات الوظيفية من خلال الفحوصات المخبرية مثل Cine SSEP و Cine Flash (الصدى المتدرج) وغيرها. توفر هذه السبل مكملية لبنية وتشريح القلب بالإضافة إلى المعلومات الوظيفية عبر البطينين، والصمامات، والتحويلات الوعائية، وحالات الخلل، والتوصيلات المختلفة. فى الوقت الذى تركز تقنيات صدى سبين على البنية نظراً لدقة التباين التى تتميز بها، تركز تقنية الصدى المتدرج على المعلومات الوظيفية من خلال سلسلة من الصور المأخوذة أثناء دورة القلب وهو ما يعكس الدقة العالية المؤقتة لها.

يعتبر التصوير بالرنين المغناطيسى على القلب وسيلة قيمة لتقييم أمراض القلب الخلقية حيث تملك تقنية التصوير بالرنين المغناطيسى الكثير كى تقدمه فى هذا الإطار: (أ) الحصول على صور بنيوية عالية الدقة، (ب) توفير معلومات كمية مفيدة فيما يخص الآفات المرتدة أو التضيقية بأعلى سرعة وقياسات التدفق (ج) القياس الكمى للتحويلات. إن أكبر التحديات التى يواجهها التصوير بالرنين المغناطيسى هو اصطناع الحركة من القلب، والتركيبيات الوعائية المجاورة، والتنفس. إن مع التطور المتواصل فى تكنولوجيا الأدوات المتدرجة وتسلسل النبضات، تتوفر الآن سلسلة التصوير التى من شأنها "تجميد" حركية القلب خلال الدورة القلبية. فضلاً عن ذلك، فإن التقدم

الحادث فى التسلسل السريع للنبضات، تتوافر تقنية التصوير مع كبح التنفس، وهو وسيلة هامة لملائمة لهذه المجموعة الحركية التى يتعرض لها القلب خلال التنفس.

لقد تم تحديد الحالات التى تستدعى استخدام التصوير بالرنين المغناطيسى لتقييم المرضى من أصحاب أمراض القلب الخلقية. وتشمل دواعى الاستخدام فى الوقت الحالى: (1) الوصف القطعى لعيوب القلب؛ (2) تقييم العيوب الموجودة بالأبهر الصدرى؛ (3) الكشف الغير جراحى (غير تداخلى) والقياس الكمى للتحويلات، وحالات التضيق، والقلس؛ (4) تقييم تشوهات القلب الخلقية المخروطية الجذعية. وتشوهات الأوردة الجهازية؛ (6): دراسات ما بعد الجراحة.

مورفولوجيا ما بعد الجراحة:

يقوم تخطيط صدى القلب، عن طريق الصدر، بدور محدد فى المرضى الذين خضعوا للجراحة. يحول النسيج الندبى دون التوصل إلى التقييم الصحيح لحالات ما بعد الجراحة فيما يتعلق بأمراض القلب التاجية. وقد لوحظ صعوبة إجراء تخطيط صدى القلب عن طريق الصدر فى حالة وضع تحويلات أو قنوات بطينية رئوية إضافية خلف القص. إن لتقنية التصوير بالرنين المغناطيسى أهمية عظيمة فى تقييم المضاعفات الجراحية فى العديد من حالات الإصابة بأمراض القلب التاجية، ويمكن أن تساعد فى تقييم حجم غرف القلب والأوعية كبيرة الحجم، وحالات التفاغر، ودرجة سالكية (عدم

انسداد) التحويلات، وإذا ما كان يوجد تضيق أو انسداد داخل الشريان أو القناة الرئوية، التمدد الوعائي الكاذب للأورطى أو الشريان الرئوى بعد القيام بإصلاح التضيق بالأبهر أو برباعية فالو، وعلاج الجلطات أو النوبات وضغط الوريد الرئوى أو الشعبة الهوائية عن طريق توسيع الأذين أو الأوعية الدموية الكبيرة.

الخلاصة:

إن التصوير بالرنين المغناطيسى هو الوسيلة محل الاختيار فى حالات تشخيص عيوب الشجرة الشريانية الرئوية، الأوردة الرئوية، وقوس الأبهر، كما أنها الوسيلة المستخدمة فى حالات تقييم أمراض القلب المعقدة ومورفولوجيا ما بعد الجراحة للمرضى البالغين. للتصوير بالرنين المغناطيسى دور تكميلى فى تقييم العيوب داخل القلب فى جلسات تخطيط صدى القلب عبر الصدر أو عبر المريء. إن بإمكاننا تحديد مستوى الصوت، والكتلة، والكسر القذفى للبطين الأيمن والأيسر، جنباً إلى جنب مع حركية الجدار، وتحليل الثخانة، باستخدام تقنية التصوير السريع بالرنين المغناطيسى. يتم قياس تدرج الضغط وتدفق الصوت من خلال تضيق الأوعية والتحويلات عن طريق مرحلة التباين مرمر السرعة للتصوير بالرنين المغناطيسى المعتمد على تقنية كبج التنفس. لذلك، يوفر التصوير بالرنين المغناطيسى المعلومات الخاصة بالتشخيص المورفولوجى لأمراض القلب الخلقية فى معظم المرضى البالغين، كما أن للقياسات الوظيفية التى يُظهرها التصوير بالرنين المغناطيسى أهمية كبيرة فى مجال التشخيص والآثار العلاجية فيما يخص كيفية التعامل مع الحالة قبل وبعد جراحة أمراض القلب التاجية.



لقد بدأ استخدام التصوير بالرنين المغناطيسي للقلب كتقنية مفيدة في تقييم داء القلب الخلقى. ويزداد الاهتمام به يوماً بعد الآخر كفحص عام شامل في تشخيص التقييم المورفولوجي والوظيفي قبل الجراحة، وأيضاً خلال متابعة ما بعد الجراحة لأمراض القلب الخلقية. أما من الناحية العملية، تتكون عملية التصوير بالرنين المغناطيسي على القلب في حالات أمراض القلب الخلقية من عدة مكونات تشريحية ووظيفية أو فسيولوجية. ومن المتوقع مع هذا التطور المستمر في تكنولوجيا الفحص التوسع في استخدام تطبيقات التصوير بالرنين المغناطيسي، خاصة في مجال متابعة المرضى الخاضعين لعمليات الإصلاح الجراحية.