الجمهورية العربية السورية
جـامعـة حمـــــاة
كلية الطب البيطري
قسم أمراض الحيوان

تقييم وظيفة القلب عند الخيول العربية:

تخطيط صدى القلب مع معايرة الواسمات البيولوجية للقلب

رسالة مقدمة

من الطبيب البيطري

خـالـد عبد العزيز خسـرف

معيد في كلية الطب البيطري – جامعة حلب

لنيل درجة الماجستير في العلوم الطبية البيطرية
إختصاص الأمراض الباطنة البيطرية

تحت إشراف

الأستاذ الدكتور
عدنان عبد الرحمن الدقة
أستاذ الأمراض الباطنة والتشخيص الإكلينيكي

الدكتور
أغر نصوح دعاس
مدرس في قسم الجراحة والولادة

2018 / 1439

Syrian Arab Republic

Hama University

Faculty of Veterinary Medicine

Department of Animal Medicine

Assessment of Cardiac Function in Arabian Horses:

Echocardiography with Calibration of Cardiac Biomarkers

Thesis

Presented by

Khaled Abdulaziz Khesruf

Demonstrator in Dept. Animal diseases, Fac. Vet. Med, Aleppo University

For

M. V. Sc. degree

(Internal Medicine)

Under Supervision of

Prof. Dr. Adnan AL Dakka

Department of Animal diseases

Hama University

Dr. Aghar Daas

Department of Surgery and Obstetrics

Hama University

2018 / 1439

كلمة شكر Acknowledgment

اللهم لك الحمد حمدا كثيراً طيباً مباركاً ملء السموات والأرض،

وأشكرك ربي على نعمك التي لا تعد، وآلائك التي لا تحد،

وأحمدك ربي على أن يسرت لي إتمام هذا البحث على الوجه الذي أرجو أن ترضى به عني.

وأتوجه بالشكر الجزيل إلى من رعاني طالباً في رحلة الماجستير أستاذي ومشرفي الفاضل الأستاذ الدكتور **عدنان الدقة**، الذي له الفضل – بعد الله تعالى– على البحث والباحث مذ كان الموضوع عنواناً وفكرةً إلى أن صار رسالةً وبحثاً. فله مني الشكر كله والتقدير والعرفان، حيث كان دائماً يشد أزري بتوجيهاته المستمرة، وإرشادته النبيلة، ما جعلني أجتاز العقبات، وأبلغ الهدف المنشود. والشكر موصول أيضاً لأستاذي الدكتور **أغر دعاس** الذي لم يدخر جهداً من أجل مساعدتي وتقديم كل ما يمكن تقديمه في مجال إختصاصه، ليسهم في تحسين إخراج هذا العمل العلمي بشكله المتوازن إلى حيّز النور.

وأتوجه بالشكر أيضاً إلى جميع أساتذتي الأفاضل في كلية الطب البيطري بجامعة حماه الذين لم يألوا جهداً في توجيهي وإمدادي بما احتجت إليه حتى أتممت هذا البحث، وأخص بالشكر

أ.د.**محمد كمال هيطلاني** و أ.د.**أحمد حمدي مقرش**

و أ.د.**محمد فاضل** و أ.م.د.**محمد زهير الأحمد** و أ.د **ياسر العمر**

فكنتم نعم المعين والموجه، فجزاكم الله عني خيراً.

وأتقدم بشكري الجزيل في هذا اليوم إلى أساتذتي الموقرين في لجنة المناقشة رئاسة وأعضاءً لتفضلهم بقبول مناقشة هذه الرسالة، فهم أهلٌ لسد خللها وتقويم معوجها وتهذيب نتوآتها، سائلا الله الكريم أن يثيبهم عني خيراً.

كما أشكر زملائي الذين وفروا لي كل الأبحاث الأجنبية والكتب المرجعية التي إحتجتها لإتمام مادة البحث، وأشكر أصحاب إسطبلات الخيل الذين يسروا لي إتمام الجزء العملي من هذه الرسالة، والشكر لجميع من قدم جهداً أو معروفاً في هذا البحث فلكم في النفس منزلة وإن لم يسعف المقام لذكركم، فأنتم أهل للفضل والخير والشكر.

خالد...

الإهداء

Dedicated to…

إلى من زرع الأمل في قلبي وأرشدني طريق الصواب وكان سندي في كل أيامي .. **والدي**

إلى مثلي الأعلى و قدوتي الصالحة وصاحبة القلب الكبير الذي جمع كل خير... **والدتي**

إلى عزتي وقوتي ..... **أخوتي و أخواتي**

إلى فرحتي و نبض حياتي ..... **أبناء أخواتي محمد ... رغد ... عمر**

إلى شريكة حياتي ورفيقة عمري ..... **زوجتي**

إلى سعادتي وكنزي ..... **إبنتي**

إلى ينبوع العطاء الذي لا يعرف معنى النضوب أو الجفاف..... **أساتذتي**

إلى كل ما هو شريف و نقي في عالمنا..... **أقاربي و أصدقائي**

إليكم جميعاً أُهدي هذا العمل

فهرس المحتويات Contents

الصفحة	العنـــاويــن
1	List of Diagrams قائمة المخططات
3	List of Figures قائمة الأشكال
5	List of Tables قائمة الجداول
7	List of Scientific Abbrevations قائمة المختصرات العلمية
11	Introduction أولاً: المقدمة
15	Arabic summary ثانياً: الملخص باللغة العربية
17	English summary ثالثاً: الملخص باللغة الإنكليزية
19	Review of literatures رابعاً: استعراض الأبحاث السابقة:
19	Anatomical aspect on the heart 1- لمحة تشريحية حول القلب
23	2- التوضع التشريحي الطبقي للقلب Regional topographic anatomy of the heart
23	Physiological Considerations 3- لمحة فيزيولوجية
26	Clinical Examination of the Heart 4- فحص القلب الإكلينيكي
36	Blood picture 5- الصورة الدموية
37	Cardiac Biomarkers of heart 6- الواسمات البيولوجية للقلب
44	Echocardiography 7- تخطيط صدى القلب
59	Materials and methods خامساً: مواد وطرائق البحث
65	Results سادساً: النتائج
79	Discussion سايعاً: المناقشة
93	Conclusions and Recommendations ثامناً: الإستنتاجات والتوصيات
95	References تاسعاً: المراجع العلمية

قائمة المخططات List of Diagrams

الرقم	عناوين المخططات	الصفحة
(1)	يوضح توزع قيم cTnI في حالة الراحة وبعد الإجهاد	67
(2)	يوضح توزع قيم CK-MB في حالة الراحة وبعد الإجهاد	67
(3)	يوضح توزع قيم LDH في حالة الراحة وبعد الإجهاد	67
(4)	يوضح توزع قيم cTnI على أساس الجنس في حالة الراحة	68
(5)	يوضح توزع قيم cTnI على أساس الجنس بعد الإجهاد	68
(6)	يوضح توزع قيم CK-MB على أساس الجنس في حالة الراحة	69
(7)	يوضح توزع قيم CK-MB على أساس الجنس بعد الإجهاد	69
(8)	يوضح توزع قيم LDH على أساس الجنس في حالة الراحة	69
(9)	يوضح توزع LDH على أساس الجنس بعد الإجهاد	69
(10)	يوضح توزع قيم cTnI على أساس الحمل في حالة الراحة	70
(11)	يوضح توزع قيم cTnI على أساس الحمل بعد الإجهاد	70
(12)	يوضح توزع قيم CK-MB على أساس الحمل في حالة الراحة	71
(13)	يوضح توزع قيم CK-MB على أساس الحمل بعد الإجهاد	71
(14)	يوضح توزع قيم LDH على أساس الحمل في حالة الراحة	71
(15)	يوضح توزع قيم LDH على أساس الحمل بعد الإجهاد	71
(16)	يوضح توزع قيم cTnI حسب المجموعة العمرية في حالة الراحة	72
(17)	يوضح توزع قيم cTnI حسب المجموعة العمرية بعد الإجهاد	72
(18)	يوضح توزع قيم CK-MB حسب المجموعة العمرية في حالة الراحة	73
(19)	يوضح توزع قيم CK-MB حسب المجموعة العمرية بعد الإجهاد	73
(20)	يوضح توزع قيم LDH حسب المجموعة العمرية في حالة الراحة	73
(21)	يوضح توزع قيم LDH حسب المجموعة العمرية بعد الإجهاد	73

قائمة الأشكال List of Figures

الرقم	عناوين الأشكال	الصفحة
(1)	يظهر إجهاد الخيول من خلال الترييض في الخبب ضمن حلقة.	62
(2)	يظهر مرحلة تحضير الفرس لإجراء تخطيط صدى القلب، بقص وحلاقة شعر المنطقة فوق القصية مابين الفاصل بين الضلعي الثالث حتى الخامس.	63
(3)	يظهر إجراء تخطيط صدى القلب لحصان عربي، في المنطقة فوق القصية اليمنى في الفاصل بين الضلعي الرابع.	74
(4)	تخطيط صدى القلب في الوضع B-M، المقطع المستعرض للقلب، من المنطقة فوق القصّيّة اليمنى في الفاصل بين الضلعي الرابع عند فرس عربية سليمة إكلينيكياً على التردد 4 ميغاهرتز. وتدل الرموز RV؛ البطين الأيمن، LV؛ البطين الأيسر، IVS؛ الحاجز البين بطيني، LVFW؛ الجدار الحر للبطين الأيسر، PC؛ التامور. وتشير(*) إلى نهاية الإنبساط، و(×) إلى ذروة الإنقباض.	75
(5)	تخطيط صدى القلب في الوضع B-M، المقطع المستعرض للقلب، من المنطقة فوق القصّيّة اليمنى في الفاصل بين الضلعي الرابع عند فرس سليمة إكلينيكياً على التردد 3.2 ميغاهرتز.	75

قائمة الجداول List of Tables

الرقم	عناوين الجداول	الصفحة
(1)	يبين قيم المعايير الدموية لخيول البحث في فترتي الراحة وما بعد الإجهاد	66
(2)	يبين قيم الواسمات البيولوجية للقلب لخيول البحث في فترتي الراحة وما بعد الإجهاد	66
(3)	يبين معنوية التغيرات في قيم الواسمات البيولوجية للقلب على أساس الجنس في فترتي الراحة وما بعد الإجهاد	68
(4)	يبين التغيرات في قيم الواسمات البيولوجية للقلب على أساس الحمل عند الأفراس في فترتي الراحة وما بعد الإجهاد	70
(5)	يبين التغيرات في قيم الواسمات البيولوجية للقلب تبعاً للمجموعات العمرية في فترتي الراحة وما بعد الإجهاد	72
(6)	يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند خيول البحث	74
(7)	يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند الأفراس	74
(8)	يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند الأحصنة	76
(9)	يبين التغيرات في قياسات القلب عند الخيول باختلاف الجنس	76
(10)	يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند الأفراس غير الحوامل	76
(11)	يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند الأفراس الحوامل	77
(12)	يبين التغيرات في قياسات القلب عند الأفراس الحوامل وغير الحوامل	77
(13)	يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند خيول المجموعة العمرية الأولى	77
(14)	يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند خيول المجموعة العمرية الثانية	78
(15)	يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند خيول المجموعة العمرية الثالثة	78
(16)	يبين التغيرات في قياسات القلب عند الخيول باختلاف العمر	78

قائمة المختصرات العلمية

List of Scientific Abbrevations

الإختصار	المعنى العلمي
2DE	صور ثنائية الأبعاد Two Dimensional
AO	الشريان الأبهر Aorta Artery
AST	Aspartate Aminotransferase أنظيم ناقلة أمين الأسبارتات
BCS	درجة بدانة الجسم Body Condition Score
BUN	آزوت يوريا الدم Blood Urea Nitrogen
Ca^{++}	إيونات الكالسيوم Calcium Ions
CK	إنظيم كرياتين كيناز Creatine Kinase
CK-MB	Creatine Kinase Myocardial Band إنظيم كرياتين كيناز
Co2	ثاني أوكسيد الكربون Carbon Dioxide
CRT	Capillary Refiling Time فترة عودة إمتلاء الأوعية الشعرية
cTnI	التربونين القلبي I Cardiac Troponin I
ECG	تخطيط القلب الكهربي Electrocardiography
EDTA	Ethylene Diamine Tetraacetic Acid ثنائي أمين الإيثيلين رباعي حمض الخل
EF%	الكسر القذفي Ejection Fraction
EIA	Equine Infectious Anemia فقر الدم الخمجي الخيلي
FS%	كسر التقصير Fractional Shortening
g/dL	غرام / ديسيليتر Grams / deciliter
GGT	Gamma Glutamyl Transferase أنطيم ناقلة الببتيد غاما غلوتاميل
Hb	الخضاب الدموي Haemoglobin

IAS	Interatrialar Septum الحاجز بين أذيني
IU/L	International Unite / Liter وحدة دولية / ليتر
IVSd	Interventricular Septum in Diastole سماكة الحاجز بين بطيني في مرحلة الإنبساط
IVSs	Interventricular Septum in Systole سماكة الحاجز بين بطيني في مرحلة الإنقباض
LA	Left Atrium الأذين الأيسر
LDH	Lactate Dehydrogenase إنظيم اللاكتات نازعة الهايدروجين
LV	Left Ventricle البطين الأيسر
LVFWd	Left Ventricular Free Wall in Diastole الجدار الحر للبطين الأيسر في مرحلة الإنبساط
LVFWs	Left Ventricular Free Wall in Systole الجدار الحر للبطين الأيسر في مرحلة الإنقباض
LVIDd	Left Ventricular Internal Diameter in Diastole القطر الداخلي للبطين الأيسر في حالة الإنبساط
LVIDs	Left Ventricular Internal Diameter in Systole القطر الداخلي للبطين الأيسر في حالة الإنقباض
LVOT	Left Ventricular Outflow Tract التدفق الخارج من البطين الأيسر
LVOV	Left Ventricular Outflow View مقطع التدفق الخارج من البطين الأيسر
LVW	Left ventricle wall جدار البطين الأيسر
MHz	Megahertz ميغاهرتز
M-Mode	Motion Mode صور الوضع المتحرك (نمط النسق الحركي)
MV	Mitral valve الصمام التاجي
ng/mL	Nanogram/milliliter نانوغرام / ميليلتر
PA	Pulmonary Artery الشريان الرئوي
PC	Pericardium التامور
PCV	Packed Cell Volume مكداس الدم

RA	Right Atrium الأذين اليمنى
RAAS	Renin-Angiotensin and Aldosterone System جملة رينين – أنجيوتنسين والألدوسترون
RBCs	Red Blood Cells الكريات الدموية الحمر
RV	Right Ventricle البطين الأيمن
RVW	Right ventricular wall جدار البطين الأيمن
S_1	first sound الصوت الأول
S_2	Second sound الصوت الثاني
S_3	third sound الصوت الثالث
S_4	fourth sound الصوت الرابع
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences الحزمة الإحصائية للعلوم الاجتماعية
TnC	Troponin C التربونين C
TnI	Troponin I التربونين I
TnT	Troponin T التربونين T
TV	Tricuspid Valve الصمام ثلاثي الشرف
WAHO	World Arabian Horse Organization المنظمة العالمية للخيول العربية
WBCs	White Blood Cells الكريات الدموية البيض

أولاً: المقدمة

Introduction

تعد حيوانات الفصيلة الخيلية عامة، والخيول العربية الأصيلة منها خاصة من الحيوانات الأهلية التي أثرت دوراً مهماً في حياة الإنسان العربي عبر مراحل تطوره التاريخي، وقد استطاع ولأول مرة وبفضل هذا النوع من الحيوانات أن يزيد من مستوى إنتاجيته من خلال استخدامه لها الاستخدام المناسب والأمثل في مجال الرياضـــة، والعمل الزراعي، والحمل، والجر، وإلى جانب ذلك أســـهمت الخيول في بناء معظم الحضارات الإنسانية .

ونظراً لما تتمتع به الخيول العربية ولاسـيما خيول الرياضـــة من رشـاقة، وسـرعة في الجري، وقوة في التحمل، فإنه لا يضاهيها أي خيول من سلالات أخرى في تحمل التعب، والجوع، والعطش، هذا بالإضافة إلى نبلها، وأصـــالتها، وتعلّقها بأصـــحابها، وتفهمها ووفائها وتقديرها له حق التقدير، لذا فقد كان اهتمام الأجداد العرب كبيراً في اقتناء وتربية الخيول لما لها من تراث وميزات في مجال الرياضة كالسباق، والقفز، والجمال (العرض والاسـتعراض). إلا إنه ثمة ظروف عدّة أدت إلى تراجع مسـتوى الاهتمام بتربية واقتناء الخيول في المنطقة العربية لفترة غير قصيرة، منها إهمال رياضة الخيول، وندرة مهرجانات الفروسية، وبيع الفحول والأفراس أو نقلها خارج المنطقة العربية، كما أن اســـتخدام الآليات الحديثة أدى إلى إهمال دور الخيول كوسيلة في النقل والانتقال كما كان سابقاً، ومع هذا فهناك مؤشرات حديثة العهد بدت واضحة حول العودة إلى الاهتمام بتربية الخيول ولاسيما العربية الأصيلة والحفاظ عليها كتراث في كثير من البلاد العربية في الوقت الحاضـــر، وما هذا الاهتمام إلا امتداداً وإحياءً للاهتمام الكبير الذي أولاه الأجداد لتربية الخيول ورعايتها، ومتابعة أصولها والمباهاة بها.

وفي سـوريا شـهدت الفروسـية ورياضـة الخيول تقدماً وازدهاراً ملحوظاً وسـريعاً، ولاسـيما بعد دورة البحر الأبيض المتوسط الرياضية التي أقيمت في سوريا عام /1987/ والتي كانت حافزاً لإحياء رياضة الفروسية في ربوعها، حيث تطورت منشـآت الخيول وأندية الفروسـية في مختلف المحافظات، وأصـبحت الفروسـية تمارس على نطاق واسع، ولاسيما بين الشباب، لما تكسبه هذه الرياضة من شجاعة وشهامة ورجولة. وقد تم إحصاء أكثر من /9000/ رأساً مسجلاً تسجيلاً رسمياً في المنظمة العالمية للخيول العربية (WAHO) وفقاً لسجلات نسَبها، وإن هذا الرقم آخذ بالازدياد السريع.

هذا وتتعرض الخيول بجميع الأعمار وعلى اختلاف سـلالاتها ولاسـيما خيول الرياضـة، لأمراض جهازية مختلفة، ومن بينها أمراض الجهاز القلبي الوعائي الذي يتحمل القسـط الأوفى من الجهد خلال أدائه لوظيفته الحيوية في ضـخ الدم إلى سـائر أنحاء العضـوية، وفقاً لتباين ما هو منوط بها من أعمال، وما تتطلبه من جهد عضلي كبير وشاق، وتأخذ هذه الأمراض منشأً تشريحياً، أو فيزيولوجياً، وقد تكون ولادية أو مكتسـبة (Hall *et al.*, 2010)، ومع هذا فإن أمراض القلب تبقى نسـبياً أقل شـيوعاً من غيرها من الأمراض التي تتعرض لها الخيول، وقليلاً ماتلفت نظر الطبيب الحقلي الممارس، إلا إنها تبقى مهمة عند الخيول الرياضـية في سـباقات التحمل والقفز (Higgins, 2006, Brazil, 2011) ويؤكد الباحثون أن الاعتلالات القلبية عند الخيول تتظاهر بتدني قدرة الحيوان على التحمل والأداء، والتعب السـريع، وزراق المخاطيات، وتمدد الأوردة، وظهور الوذمات الطرفية المنتشـرة، إلى جانب علامات اضـطراب التنفس، والتعرق لأقل جهد يبذله الحيوان، كما يمكن بالإصغاء أن يسمع الخفقان، وتسمع النفخات القلبية، والكشف عن لانظمية في ضربات القلب. ولعلّ الإجهاد المفرط الذي يتحمله القلب لفترات زمنية مختلفة عند خيول الرياضـة يشكل سبباً في زيادة النتاج القلبي Output الذي يضخه القلب، وارتفاع الضـغط الدموي ضمن حجراته، ما يسـبب اضـطرابات في وظيفة الصـمامات التاجية، والمثلث الشـرف، والأبهري، والرئوي التي تتمثل بقصـورها، أوبتضـيقها التنكسـي أوالخمجي، ما يؤدي إلى إعاقة إفراغ الدم من البطينات أثناء

الانقباض، وحدوث تمددها وتضـــخمها، لذا بات من الضـــروري الاهتمام بصـــحة القلب عند مثل هذه الحيوانات، والوقوف على صـحته، وسـلامته، وحسـن أدائه، وذلك بالاعتماد على الوسـائل التشـخيصـية الحديثة (Else and Holmes, 1972, Pilliner and Davies, 2013).

وانطلاقاً مما ذكر، واستجابة للاهتمام بصحة القلب والتأكد من خلوه وسلامته من الأمراض فقد وضعنا نصب أعيننا في دراستنا هذه تحقيق الأهداف التالية:

1- دراسة نتائج فحص القلب الإكلينيكي عند الخيول السليمة بالطرائق الفيزيائية المتبعة، ولاسيما بطريقة الإصغاء في حالتي الراحة والإجهاد، وتقييم هذه النتائج.

2- دراسة نتائج تخطيط صدى القلب عند الخيول السليمة، وتقييم هذه النتائج.

3- دراسة نتائج معايرة الواسمات البيولوجية للقلب في دم الخيول السليمة في حالتي الراحة والإجهاد، وتقييم هذه النتائج.

ثانياً: الملخص باللغة العربية

Arabic Summary

هدفت الدراسة إلى تسجيل القيم الطبيعية للواسمات البيولوجية للقلب في حالتي الراحة وبعد الإجهاد، إلى جانب تسجيل قياسات تخطيط صدى القلب عند الخيول العربية الأصيلة. حيث أجريت الدراسة على /36/ جواداً من الخيول العربية الأصيلة والسليمة إكلينيكياً، والمسجلة أصولاً في المنظمة العالمية للخيول العربية، وبلغ متوسط أعمارها /7.3 ± 2.3/ سنة، أما متوسط أوزانها فقد بلغ /332 ± 12/ كغ.

حيث تمت معايرة الواسمات البيولوجية القلبية، والتي شملت التربونين القلبي I، وأنظيم CK-MB وأنظيم LDH، في بلازما الدم لخيول البحث في فترة الراحة، ثم أُجري تخطيط صدى القلب في المنطقة فوق القصية اليمنى، في الفاصل بين الضلعي الرابع أو الخامس، وتسجيل قياسات القلب من صور الوضع M للمقطع المستعرض للقلب في مستوى الحبال الوترية. ثم أُجهدت هذه الخيول بالترييض لمدة /20/ دقيقة ثم أجريت معايرة الواسمات البيولوجية للقلب في بلازما الدم مرة أخرى.

أظهرت نتائج معايرة التربونين القلبي I متوسطاً قدره /0.14 ± 0.06/ نانوغرام/مل في حالة الراحة، وبلغ /0.17 ± 0.06/ نانوغرام/مل بعد الإجهاد، أما نشاط الأنظيم CK-MB في فترة الراحة فسجل متوسطاً قدره /40 ± 22/ وحدة دولية/لتر، وبلغ نشاطه /52 ± 27/ وحدة دولية/لتر بعد فترة الإجهاد، في حين بلغ متوسط نشاط أنظيم LDH في فترة الراحة /348 ± 97/ وحدة دولية/لتر، ليبلغ بعد الإجهاد متوسطاً قدره /436 ± 113/ وحدة دولية/لتر. أما قياسات تخطيط صدى القلب عند خيول البحث فقد سجلت المتوسطات التالية؛ القطر الداخلي للبطين الأيسر في حالة الانبساط LVIDd (10.92 ± 0.59) سم، وقياس القطر الداخلي للبطين الأيسر في حالة الانقباض LVIDs (6.82 ± 0.40) سم، و سماكة الحاجز

البين بطيني في حالة الانبساط IVISd (2.63 ± 0.19) سم، أما سماكة الحاجز بين بطيني في حالة الانقباض IVISs (3.92 ± 0.32) سم، وقياس سماكة جدار البطين الأيسر الحرة في حالة الانبساط LVFWd (2.18 ± 0.20) سم، أما قياس سماكة جدار البطين الأيسر الحرة في حالة الانقباض LVFWs (3.35 ± 0.30) سم. وقد كانت معدلات أداء القلب مرتفعة، حيث كانت قيم كسر التقصير للقلب FS% قدره (37.52 ± 1.27) %، والكسر القذفي EF% (75.58 ± 1.50) %.

ومن خلال هذه الدراسة التي أُجريت ولأول مرة في سورية تم تثبيت القيم الطبيعية عند الخيول العربية السليمة إكلينيكياً سواء قيم الواسمات البيولوجية للقلب، وكذلك قياسات تخطيط صدى القلب. ووجد أيضاً أن الخيول العربية والتي تتميز بصغر حجم جسمها، تملك قياسات قلب متقاربة مع قياسات القلب عند الخيول الأجنبية ذات البنية الجسمية الضخمة، إلا إن كفاءة القلب عندها في ضخ الدم أعلى من تلك الخيول الأجنبية. وأثبتت النتائج عدم وجود تأثير معنوي سواء للعمر، أو للجنس، أو للحمل على قيم المتغيرات للواسمات البيولوجية للقلب في حالتي الراحة وبعد الإجهاد. ومن خلال النتائج أيضاً وجد تأثير معنوي للعمر والجنس على قيم بعض المتغيرات لقياسات تخطيط صدى القلب، ودون تأثير معنوي للحمل على تلك القياسات.

نوصي بإجراء معايرة تراكيز التربونين القلبي cTnI ونشاط الأنظيم CK-MB، وتطبيق تخطيط صدى القلب للوقوف على حالة القلب وأدائه عند الخيول العربية ولاسيما التي تعاني من علامات تدني التحمل وانخفاض الأداء الرياضي.

ثالثاً: الملخص باللغة الإنكليزية

English Summary

The aim of this study was to record the normal values of the cardiac biomarkers at the rest and after exercises, in addition the measur of the cardiac dimensions by echocardiography in healthy Arabian horses.

This work was carried on /36/ Arabian horses, registered in the World Arabian Horse Organization, average age of /7.3 ± 2.3/ years, and with body weight /332 ± 12/ Kg. We calibrated cardiac biomarkers in blood plasma at the resting period including cTnI, CK-MB, and LDH. The cardiac dimensions were measured by M-mode of Echocardiography. This measurement was performed on the right side, in the 4th or 5th intercostal space, in the short axis view at the level of the Chordae tendineae. Next, these horses were exercise for /20/ minutes, and we calibrated cardiac biomarkers again after the exercise period.

The results of cTnI calibration showed that the mean was equal /0.14 ± 0.06/ ng/ml at the rest, and these concentration increased post exercise to /0.17 ± 0.06/ ng/mL. The activity mean of CK-MB at the rest period was /40 ± 22/ IU/L, and increased to /52 ± 27/ IU/L after the exercise period. While the average activity of LDH at rest was equal to /348 ± 97/ IU/L, it was increased after exercise to the mean value /436 ± 113/ IU/L. On the other hand, the cardiac dimensions were recorded by mean of LVIDd (10.92 ± 0.59) cm, LVIDs (6.82 ± 0.40) cm, IVISd (2.63 ± 0.19)

cm, and IVISs (3.92 ± 0.32) cm, LVFWd (2.18 ± 0.20) cm, LVFWs (3.35 ± 0.30) cm. And the mean of Fractional Shortening (FS %) was (37.52 ± 1.27) %, and the average Ejection Fraction (EF %) was equal to (75.78 ± 1.50) %.

Its the first time, that this study determined the normal values of the cardiac biomarkers, and the normal cardiac dimensions by echocardiography in the healthy Arabian horses. It was found that Arabian horses, which were characterized by small size of their body, have heart measurements close to foreign horse breeds. It is also indicated that these hearts had higher efficiency pumping blood.

The results showed no significant effect for age, sex, or pregnancy on the values of the cardiac biomarkers at the rest and after the exercise period. It was also found that there is a significant effect of age and sex on the some measurements of echocardiography, without significant effect of pregnancy on those measurements.

In conclusion, we recommend calibration of cTnI and CK-MB, and application of the echocardiography to determine the condition of the heart in Arabian horses, especially those with low tolerance and athletic performance.

رابعاً: استعراض الأبحاث السابقة

Review of Literatures

1- لمحة تشريحية حول القلب : Anatomical aspect on the heart

يتكون جهاز الدوران الدموي عند الخيول من قسمين أساسيين، الأول وهو القلب الذي يشكل العضو المركزي لهذا الجهاز والمعروف بمضخة الدم، والثاني وهو الشبكة الوعائية المغلقة التي تتضمن الشرايين، والأوردة، والأوعية الشعرية التي يبقى الدم ضمنها بحالة جريان دوراني مستمر لينساب إلى النسج والأعضاء، ويشكل القلب عضلة مخططة لا إرادية قوية بتقلصاتها، جوفاء شكلها مخروطي، قاعدتها متجهة نحو الأعلى أو إلى الأعلى والأمام لتلتصق ببنى الصدر الأخرى. ويتعلق القلب بثبات بجذور الأوعية الدموية الكبيرة والتامور، أما قمته فتتجه إلى الأسفل وسط وفوق منتصف عظم القص وتمتد حتى الجزء النهائي منه، وتبقى حرة ضمن التامور، وكقاعدة عامة فإن الأوعية الدموية الصادرة من القلب والتي يجري ضمنها الدم باتجاه النسج والأعضاء تُعرَف بالشرايين، في حين أن الأوعية الدموية التي تحمل الدم وترد به من النسج والأعضاء نحو القلب تُعرَف بالأوردة، وإضافة لذلك فإن الشبكة الوعائية التي تحمل اللمف وسوائل الجسم وتأتي بها إلى الأوردة الكبيرة تدعى بالأوعية اللمفاوية، وتنتهي الشرايين مع الأوردة بالأوعية الشعرية التي يحدث فيها التبادل الدموي (Janice and Marr, 2011, Pilliner and Davies, 2013).

وقد ذكر الباحث (Farser and Griling, 2012) أن القلب يقسم من الوجهة التشريحية من الداخل إلى قسمين قلب أيسر، وقلب أيمن بوساطة حاجز سميك ومتين يدعى الحاجز البطيني Ventricular septum لاتوجد فيه أية ثقوب سواء كانت عيانية أومجهرية، من شأنه أن يمنع اختلاط الدم فيما بينهما، أما في

مرحلة الحياة الجنينية داخل الرحم فإن الأذينين يتصلان مع بعضهما بفوهة أو بثقب يدعى ثقب بوتال Foramen botali، وقد يستمر وجود هذا الثقب أحياناً كشذوذ خلقي حتى ما بعد الولادة، فيكون سبباً لجملة اضطرابات دورانية خطيرة عند المولود غالباً ما تنتهي بنفوقه، وقد يكون الحاجز بين البطينين أيضاً مكان تشوه ولادي جراء وجود فوهة تصل بينهما بصورة غير طبيعية. حيث يؤكد الباحث أن فهم وإدراك تشريح القلب يشكل حجر الزاوية في دراسة وظيفته وتشخيص أمراضه، وتفسير نتائج فحصه بالتقنيات التشخيصية المختلفة سواء بالإصغاء، أو بالتصوير الشعاعي X-Ray، أو تخطيط القلب الكهربيECG، وتخطيط صدى القلب Echocardiography، من أجل تطبيق المعالجة وتحديد الإنذار.

يتركب جدار القلب من ثلاث طبقات، الخارجية وهي مصلية تدعى التامور Pericardium، ويدعى سطحها الملامس للقلب بالنخاب Epicardium ، ويحيط التامور بالقلب إحاطة وثيقة ومحكمة، ويشكل مايشبه الكيس يحتوي على كمية قليلة من السائل اللزج لتسهيل عملية الانقباض والانبساط القلبي، والطبقة الداخلية وتدعى بالشغاف Endocardium وهي طبقة سميكة بنيتها خلايا بطانية متحرشفة تبطن داخل تجويف القلب، أما الثالثة فهي عضلة القلب ذاتها. يتميز النسيج العضلي القلبي بثلاث صفات رئيسية وهي قابلية التنبه Excitability، وقابلية النقل والتوصيل Conductivity، وقابلية التقلص Contractibility الذاتي والإنبساط. فقابلية التنبه هي قابلية عضلة القلب في الإستجابة للتنبيه والإثارة، وتزول هذه الصفة في أثناء الإنقباض ولاتعود إلا مع انتهائه، أما قابلية التنبيه فهي الميزة التي بمقتضاها تنقل الألياف العضلية القلبية الإستثارة الحادثة فيما بين بعضها البعض، وأما قابلية التقلص فهي الصفة الطبيعية للنسيج العضلي بصورة عامة، والتي تتم بفضل المرونة التي تتصف بها سائر العضلات المخططة الهيكلية. ويحدث التنبيه الطبيعي في القلب في المكان الذي يتمحور فيه النسيج العضلي القلبي الذي كان عليه في المرحلة الجنينية مكوناً لنموذج آخر من النسيج العضلي العقدي الذي تتشكل منه الجملة الناقلة للتنبيه في عضلة القلب، ويشكل النسيج القلبي العقدي مع ألياف بوركنج Fiberae of boarking عند مكان اتصال الوريد

الأجوف الأمامي مع الأذين اليمنى حلقة تظهر جلية تشبه العقدة التي تدعى العقدة الجيبية الأذينية Sino atrial node -، والتي تشكل أساس النبض الكهربائي الذي ينتشر على شكل موجات لينبه الأذينين تنبيهاً ذاتياً، ويلي هذه العقدة بعض الألياف المبعثرة ضمن عضلات الأذينين التي تنتهي بالعقدة الأذينية البطينية Atrio - venticular node أو تسمى بعقدة أشوف وتاوارا Aschof and tawara node الكائنة تحت شغاف القلب المبطن للأذين اليمنى من المنطقة السفلية للحاجز الأذيني أمام الجيب الإكليلي، وتنشأ حزمة هيس Bundle of his من الجزء السفلي من عقدة أشوف وتاوارا (Frandson *et al.*, 2009).

يتشكل القلب الأيسر من حجرتين هما الأذين الأيسر Left atrium والبطين الأيسر Left ventricle، وتوجد بينهما فتحة تدعى بالفتحة الأذينية البطينية اليسرى Left atrioventricular orifice التي تقع بصورة رئيسية مقابل الفاصل بين الضلعي الرابع، وعلى ارتفاع نحو/10/ سم أعلى الجزء الأوسط من الضلع الخامس المتصل مع عظم القص، وهي مجهزة بصمام نهايته مغطاة بنسيج رقيق، يفتح ويغلق منظماً لعبور الدم من خلالها من الأذين إلى البطين بحيث لا يسمح له بالعودة بالاتجاه المعاكس من البطين إلى الأذين، ويدعى بالصمام التاجي أو ثنائي الشرف Coronar or bicusbid valve، وهو يتركب من مصراعين أحدهما كبير أنسي ومواز للحاجز بين البطينين، وآخر صغير وحشي، وكلاهما يرتكزان بقاعدتيهما على حلقة الفوهة الإكليلية، ويرتبطان بالقرب من حافتيهما مع عضلتين حليميتين Papillary musculae بوساطة ثلاث مجموعات من الأوتار Chordae tendinaea الخاصة، ووظيفة هذه العضلات الحليمية هي الحيلولة دون اندفاع الصمامات عبر الأذينين نحو الخلف أثناء الانقباض. أما القلب الأيمن فيتركب من الأذين الأيمن Right atrium والبطين الأيمن Right ventricle يصل فيما بينهما فتحة تدعى الفتحة الأذينية البطينية اليمنى Right atrioventricular orifice التي يتحكم بها صمّام يدعى الصمام المثلث الشرف Tricuspid valve وتملك الخصائص التشريحية ذاتها التي ذكرت

في الفتحة الأذينية البطينية اليسرى، وتشغل مكاناً مقابل الفاصل بين الضلعي الرابع، وتحديداً على ارتفاع /7,5/ سم تقريباً أعلى النهاية السفلية للضلع الرابع (Evans, 1994, Frandson *et al.*, 2009).

وتوجد بين البطين الأيمن وبداية (قاعدة) الشـــريان الرئوي فتحة تدعى الفتحة الرئوية Pulmonary orifice تقع في مســتوى أعلى بقليل من الفتحة الأذينية البطينية اليمنى ومقابل الفاصــل بين الضــلعي الثاني والثالث، وينظّم عملها صـــمّام هلالي Semilunar valve يحول دون عودة الدم إلى الخلف والأسفل، وفي هذا المكان يمكن سماع الصوت الثاني للقلب، وتوجد أيضاً فتحة بين البطين الأيسر وبداية (قاعدة) الشــريان الأبهر تدعى بالفتحة الأبهرية Aortic orifice، ينظم عملها صـــمام أبهري هلالي أيضـاً Aortic semilunar valve، وتقع هذه الفتحة عند الخيول مقابل الفاصلين بين الضلعين الثالث والرابع على مستوى خط وهمي يتصل مع مفصل الكتف (Budras *et al.*, 2009).

ويعد القلب من الأعضـــاء الحياتية النبيلة، وهو ينجز وظيفته بأعجوبة من حيث قابليته للتضـــخم الفيزيولوجي اســـتجابة للترييض والإجهاد، وهذه ميزة هامة عند الخيول، نظراً لأنها حيوانات أداء وإجهاد، مما يساعدها على ذلك صحة وسلامة جهاز الدوران الدموي لديها (Clegg *et al.*, 2008).

ويذكر الباحث (Farser and Griling, 2012) إن وزن القلب عند الخيول البالغة من وزن /450 – 500/ كغ يبلغ نحو/4,5/ كغ، ويزيد هذا الوزن أثناء الترييض والإجهاد ليبلغ/5,5/ كغ، كما أن حجمه متباين وفقاً للســلالة، حيث أن حجم القلب عند الخيول الأصــيلة أكبر نســبياً منه عند خيل العمل، ويقدر بحجم البطيخة المتوسطة.

2- التوضع التشريحي الطبقي للقلب : Regional topographic anatomy of the heart

يشغل القلب حيزاً ضمن التجويف الصدري يمتد من الضلع الثاني وحتى السادس من الجهة اليسرى، ومن الضلع الثالث وحتى الخامس من الجهة اليمنى، وتشكل نسبة انحرافه عن خط الوسط 3/5 إلى اليسار من خط الوسط، و2/5 إلى اليمين من الخط ذاته من النصف الأيمن من الجسم، وتقع قاعدة القلب عند نقطة التقاء الثلث الأوسط مع الثلث السفلي للتجويف الصدري، وتنحرف قمة القلب انحرافاً خفيفاً نحو اليسار من خط الوسط حتى تصل إلى مكان الارتباط الغضروفي عند الضلعين السادس والسابع ولاتبلغ عظم القص بل تبقى بعيدة عنه بمسافة /2-3/ سم، وتمتد الحافة الأمامية للقلب (البطين الأيمن) إلى الأعلى مابين الفاصل بين الضلعي الثاني والثالث، وتقع الحافة الخلفية للقلب (البطين الأيسر) في الفاصل بين الضلعي الخامس بالقرب من الضلع السادس وتتداخل معه في الجهة اليسرى أثناء الانقباض، ويتكيف محوره الطولي عند الدرجة /10/ْ نحو العمودية (الرأسية الشاقولية) باستناد قاعدته إلى الأعلى والأمام نحو القمة (Clegg *et al.*, 2008, Frandson *et al.*, 2009, Pilliner and Davies, 2013).

و ذكر(Farser and Griling, 2012) إن القلب يتوضع بشكل مركزي في أعلى الجزء الأخير من عظم القص بنحو/1/ سم، وعلى بعد /2.5/ سم أمام الجزء القصي من الحجاب الحاجز، وتسير حدوده الخلفية بشكل عمودي تقريباً لتدنو من مكان يقابل الضلع أو الفاصل بين الضلعي السادس تقريباً، ويشكل البطين الأيسر معظم الوجه الأيسر للقلب.

3- لمحة فيزيولوجية : Physiological Considerations

يوصف القلب بأنه جهاز يشبه مضخة مركزية ضمن الجسم، حيث يرد الدم إليه من سائر أنحاء العضوية والمحمل بنواتج الاستقلاب و بغاز CO_2 بوساطة الوريدين الأجوفين الأمامي والخلفي لينتهيا في الأذين

الأيمن، ومن ثم ينساب الدم إلى البطين الأيمن ليتم ضخه عبر الشريان الرئوي إلى الرئتين من أجل التنقية، ثم يعود الدم النقي والمؤكسج عبر الأوردة الرئوية الأربعة إلى الأذين الأيسر لينتقل بعد ذلك إلى البطين الأيسر ليضخ إلى سائر أنحاء الجسم عبر الشريان الأبهر بغية إمداد العضوية بالأكسجين والغذيات Nutrients (Frandson *et al.*, 2009, Janice and Marr, 2011).

يتضمن عمل جهاز الدوران الدموي بأكمله المحافظة على استمرارية دوران الدم ضمن الشبكة الوعائية من أجل تأمين عملية التبادل الغازي بين الدم والأنسجة، إلى جانب نقل الغذيات وإمداد سائر النسج والأعضاء بها، وحمل الفضلات ونواتج الاستقلاب الضارة ونقلها من أماكن تشكلها ليتم التخلص منها عبر أجهزة الإطراح، ويسهم الدم الشرياني في حمل غاز الأوكسجين والعناصر الغذائية المختلفة كالبروتين، والغليكوز، والعناصر المعدنية، والشوارد، وكافة الغذيات الضرورية الأخرى كالفيتامينات، والهرمونات وغيرها، ونقلها إلى النسج وإمدادها بها، في حين أن الدم الوريدي يقوم بحمل غاز ثاني أوكسيد الكربون ونقله إلى جهاز التنفس من أجل التخلص منه وإطراحه، وحمل النواتج الاستقلابية الضارة الأخرى من أماكن تشكلها والمتحررة من الأنسجة إلى أجهزة الإطراح بغية التخلص منها بالطرق المختلفة (Schlant *et al.*, 1994)، وتتحقق الوظيفة الدورانية بفضل تأثير فاعلية العضو المركزي الأساسي لجهاز الدوران الدموي وهو القلب، والجملة الوعائية الدموية التي تشمل الشرايين والأوعية الشعرية والأوردة، ومن المعلوم أنه إذا حدث اضطراب في الجملة الوعائية فإن ذلك سوف ينعكس على القلب، وكذلك العكس، ويخضع عمل جهاز الدوران الدموي لمجموعة تنظيم وتحكم عصبي دقيق، حيث يقوم الجهاز العصبي المستقل (اللاإرادي) Autonomic nervous system بأعصابه الودية التي تفرز نهايتها الأدرينالين ونظيرة الودية التي تفرز الأستيل كولين بضبط عمله وتنظيم وظائفه، وقد تطرأ بعض التغيرات الفيزيولوجية على جهاز الدوران نتيجة تأثره ببعض العوامل المختلفة كالخوف، والإثارة، والألم، والإجهاد وغيره (Desrochers, 2008, Farser and Griling, 2012)

يندفع الدم عبر الأوعية بنبضات يقوم بها القلب بتعاقب الانقباض والانبساط في الأجزاء المختلفة منه، ويشكل الانقباض والانبساط النبضات المنتظمة للدورات القلبية المتعاقبة التي يختلف عددها بحسب نوع الحيوان، وعمره، وحجمه، وحالته الفيزيولوجية، ويحدث الانقباض الأذيني Auricular systole قبل الانقباض البطيني Ventricular Systole ببرهة قصيرة، فتدفع الموجة الدموية باتجاه البطينين، ومع انتهاء انقباض الأذينين يبدأ البطينان بالانقباض، فتنغلق الفوهتان الأذينيتان البطينيتان اليسرى واليمنى، ويندفع الدم عبر الشريانين الأبهر و الرئوي فتنفتح الصمامات الهلالية تحت تأثير الموجة الدموية المتجهة إلى داخل الشريانين، وبعد ذلك يحدث الاسترخاء البطيني Ventricular diastole فيصبح الضغط الدموي فيهما أخفض من التوتر الشرياني، لذا يصطدم الدم الشرياني أثناء عودته نحو الأسفل والخلف بالصمامات الهلالية مسبباً انغلاقها، فتحول دون عودة الدم ثانية تحت تأثير الجاذبية الأرضية إلى الأسفل والخلف، ثم تنفتح الصمامات الأذينية البطينية ويمتلئ البطينان بالدم الوارد من الأذينين، وهكذا تتوالى الدورة القلبية Cardiac cycle بصورة مستمرة طوال فترة الحياة (Clegg *et al.*, 2008).

يصف الباحث (Schlant *et al.*, 1994) الدورة القلبية بأنها أحداث أو نتائج آلية، وكهربائية، وصوتية مسموعة تحدث ضمن عضلة القلب، وفي الأوعية الدموية الضخمة، حيث تبدأ من مستهل الانقباض وحتى نهاية الانبساط، ما يساعد على رسمها على شكل خط بياني يُظهر فترتها الزمنية على المحور الأفقي عند تخطيط القلب الكهربي، وتقسم مراحلها إلى انقباض بطيني وانبساط بطيني، ويتضمن الانقباض فترة الانقباض أو التقلص الحجمي، والقذف البطيني، أما الانبساط فيتشكل من فترات استرخاء متساوية الحجم، وفترة الامتلاء السريع، والانقباض الأذيني. ويبلغ النتاج القلبي output عند الخيول البالغة في حالة الراحة نحو /25 – 40/ ل/ د، أي ما يعادل /7 – 10/ جالون، بالمقارنة مع الانسان البالغ الذي يبلغ عنده /4 – 5/ ل/ د (Gregory *et al.*, 2013).

4- فحص القلب الإكلينيكي : Clinical Examination of the Heart

يعد الفحص الإكلينيكي النظامي والمتسلسل للقلب ضرورياً وهاماً من أجل تقيم حالته، والوقوف على سلامته وحسن أدائه، كما يشكل الإجراء الهام من أجل الوصول إلى تشخيص أمراضه، حيث يُنجَز هذا الفحص بتطبيق طرائق فحص فيزيائية عدة، أهمها الإصغاء الدقيق والمطوّل إلى منطقة القلب النظامية، إلى جانب طريقة الجس، والقرع على أن تُدعم هذه الطرائق باستخدام طرائق حديثة وأكثر تطوراً كالتخطيط الكهربي ECG، والأمواج فوق الصوتية Ultrasound وغيرها (Young *et al.*, 2008).

يفحص القلب عند الخيول في مكان هادئ بحالة الوقوف، بحيث تسحب قائمته الأمامية اليسرى بمقدار نصف خطوة إلى الأمام، ويوجه الفاحص رأسه نحو مقدمة الحيوان، ثم يرطب الشعر فوق منطقة القلب للحد من التشويش (Kelly, 1984). ويذكر (Kate and Laura, 2009) إنه قبل الشروع بالفحص لابد من الحصول على تاريخ حالة صحيح وحقيقي للحيوان والذي يتضمن العلامات الفارقة؛ الثوب، والشيات، والعمر، والسلالة، والجنس، ووجوده مع خيول أخرى، وبرنامج التحصين ضد الأمراض، وتدني مستوى الأداء، وتغير السلوك، أو إصابته برضوح أو بكسور الأضلاع، وعلامات تدل على تأذي القلب، وتغير برنامج التغذية، وتبدل الشهية، وطريقة شرب الماء، والتبول، وطرح الروث، والعلاجات المطبقة من قبل صاحب الحيوان. ويطبق الفحص الشامل للحيوان الذي يتضمن قياس درجة حرارة المستقيم، ومعدل ضربات القلب / د، ومعدل ترداد التنفس / د، وفحص الأغشية المخاطية فتبدو في الحالة الطبيعية رطبة، ولونها زهري، وتدقيق فترة عودة امتلاء الأوعية الشعرية CRT، التي تقدر في الحالة الطبيعية بنحو/2-2,5/ ثا.

ا – الفحص القلب بالإصغاء: Auscultation

تعد طريقة فحص القلب بالإصغاء إحدى أهم طرائق فحص القلب الفيزيائية المتبعة في الفحص الإكلينيكي للحيوان، حيث تعطي صورة حقيقية حول النشاط الفيزيولوجي للقلب، وقبل الشروع بالفحص يفضل وضع

الحيوان في مكان هادئ ومغلق، ثم إعطاؤه فترة زمنية للراحة والهدوء، وعلى الرغم من تعدد التقنيات التشخيصية المتطورة والأكثر حساسية، فإن طريقة الفحص بالإصغاء تبقى وسيلة جيدة، وضرورية لايمكن تجاوزها في فحص وتقييم وظيفة القلب عند الخيول، وإن تقييم أصوات القلب بالإصغاء والتعرف عليها بوضوح يختلف من جواد لآخر تبعاً لحجمه، ودرجة بدانته BCS (Bonagura, 1985, Welker and Muir, 1990).

تطبق طريقة فحص القلب بالإصغاء غير المباشر باستخدام المسماع الطبي، والغاية من هذه الطريقة هي التعرف على أصواته الفيزيولوجية، والكشف عن أية أصوات أخرى غير طبيعية بغية تحديدها وتقييمها (Patteson and Cripps, 1993)، ويشير الباحث (Budras *et al.*, 2009) إلى مراعاة تموضع القلب التشريحي من التجويف الصدري، حيث يتوضع تحت حدود ساحة الإصغاء إلى الرئة اليسرى، ويكون بتماس مع عظم القص في الأسفل من الجهة اليسرى، فيطبق الإصغاء في منتصف وأسفل الخط العمودي بقليل في المسافة بين الفاصل بين الضلعي/3− 6/، ويبين الباحث (Pilliner and Davies, 2013) أن أفضل مكان لسماع أصوات القلب بصورة واضحة وقوية هو فوق قمة القلب بالنسبة للصوت الأول (الانقباضي)، وفوق قاعدته بالنسبة للصوت الثاني (الانبساطي)، ذلك أن تجاويف القلب تكون بتماس مباشر في هذه الأثناء مع جدار الصدر نظراً لامتلائها بالدم الذي يعد موصلاً جيداً للصوت. ويوضح الباحث أن من خلال الإصغاء إلى القلب يمكن تقييم معدل Rate ضرباته، حيث يبلغ في حالة الراحة /26−45/ ضربة/د وبمتوسط /32/ ضربة/د، و/80/ ضربة/د في الخبب Trot، وفي حالة الهذب Canter يبلغ/110/ ضربة/د وفي حالة الهذب السريع Fast Canter /180/ ضربة/د وفي حالة العدو Gallop يبلغ /240/ ضربة/د، كما يجب تقييم درجة تناسقها وتناغمها أونظمها Rhythm، وشدتها أو قوتها Intensity، ويمكن أيضاً الكشف عن أية أصوات غير طبيعية قد ترافق النشاط الوظيفي للقلب.

وقد لاحظ (Patteson and Cripps, 1993) أنه في بعض الحالات التي تكون فيها ضربات القلب سريعة يصبح من المتعذر بالإصغاء لوحده التمييز بين الأصوات الانقباضية والانبساطية، لذا يفضل في مثل هذه الحالات وفي أثناء الإصغاء القيام بجس منطقة القلب برؤوس الأصابع لتحسس ضرباته، فالصوت الذي يسمع بالإصغاء في أثناء الشعور بضربة ذروة القلب باليد يشكل صوت القلب الأول أو الصوت الانقباضي، ويجب أن يُسبق فحص القلب بإجراء فحص إكلينيكي شامل للوقوف على سلامته وتحديد مدى علاقته بمرض قلبي، ويجب أن يؤخذ المرض القلبي بعين الاعتبار فقط عندما تتوفر علامة مرضية مميزة أو أكثر تدل على مرض قلبي يعتمد عليها في وضع التشخيص، نظراً لوجود حالات أخرى مشابهة للحالات التي تتضمن مرض قلبي. ولعلّ من أهم العلامات المرضية التي تسترعي انتباه الطبيب الفاحص والتي تدل على الإصابة بمرض قلبي، وتكثر ملاحظة أكثر من واحدة منها على الحيوان المريض؛ التعب السريع، والإعياء Asthenia، والخفقان Palpitation، وتدني معدل الأداء، وزيادة معدل التنفس، والزلة التنفسية أو البهر Dyspnea بسبب الوذمة الرئوية، مايسبب ضعف إمداد العضوية بالأوكسجين، وحدوث الزراق Cyanosis المحيطي، وملاحظة السعال الخفيف المتقطع Mild hacking coughing بسبب الاحتقان الركودي وتشكل الرشحة في لمعة القصبات، وأحياناً الوذمات المنتشرة Oedema، وملاحظة الاحتقان الوريدي المتعمم، والحبن Ascites.

تتباين أراء الباحثين من حيث دقة طريقة الإصغاء عندما تطبق من أجل تشخيص النفخات القلبية murmurs، وسجل (Naylor *et al.*, 2001) نتائج تدل على أهمية ودقة مايمكن الحصول عليه من معلومات من خلال هذه الطريقة في تشخيص النفخات القلبية، إلا إنها تتأثر بمستوى الخبرة والتدريب التي يتمتع به القائم على الفحص، لذا يشترط بالفاحص أن يكون متمتعاً بخبرة عالية، عندها يستطيع التمييز بين النفخات الانقباضية والانبساطية، في أشار الباحث (Young *et al.*, 2008) إلى دقة وأهمية هذه الطريقة عندما تطبق في تشخيص القلس التاجي أو الإكليلي Coronal Regurgitation ، والقلس

الصمامي المثلث الشرف Tricuspid Valve Regurgitation، وبالإصغاء يمكن الكشف عن تسارع بطيني اشتدادي مفاجئ، أو نفخة قلبية انقباضية Systolic murmur من الدرجة الثالثة غير مترافقة بفقر الدم، أو نفخة قلبية انبساطية Diastolic murmur (Pilliner and Davies, 2013).

أصوات القلب الطبيعية : Normal Heart Sounds

لقد ذكر (Patteson and Blissitt, 1996) أنه من الضروري التعرف على أصوات القلب الطبيعية ضمن فترة زمنية محددة من أجل التوصل إلى تشخيص صحيح وتحديد أسباب النفخات القلبية، ويمكن للأصوات التي تتردد ببطء أن تكون واضحة وبسهولة، ومن صفات الصوت الأول والثاني والثالث للقلب أنها تكون واضحة ضمن الساحة القلبية اليسرى عند خيول الرياضة متوسطة البدانة.

ويذكر كل من (Blissitt, 2011, Pilliner and Davies, 2013) إنه خلال الدورة القلبية عند الخيول تنشأ أربعة أصوات للقلب كنتيجة لتسارع أو لتباطؤ سرعة التيار الدموي، ويمكن أن يسمع صوتين أو ثلاثة أصوات، أو الأصوات الأربعة عند الخيول الطبيعية، وإن إدراك أو فهم طبيعة أصوات القلب الفيزيولوجية يكسب معلومات حول النفخات وملاحظة توقيتها، ووجود أو ضعف التقلص الأذيني، وبشكل طبيعي فإن الصوت الأول S_1 والثاني S_2 يسمعان بشكل قوي عند جميع الخيول السليمة صحياً، وتسمع أصوات القلب الطبيعية سماعاً يعبر عنه بأحرف هجائية تمثل بـ Buh Dup - Buh Dup. ويشير أيضاً إلى صفات الأصوات الأربعة المتوالية عند الخيول: الصوت الأول S_1 فهو انقباضي Systolic sound يتولد عن انغلاق الصمامات الأذينية البطينية في بداية الانقباض، ويكون هذا الصوت أكثر وضوحاً على يسار قمة القلب عند الفاصل الضلعي الرابع من الجهة اليسرى للصدر وبمقدار نحو/10/ سم فوق عظم القص، ومن الجهة اليمنى عند الفاصل الضلعي الثالث في مستوى اتصال الأضلاع بالغضاريف. أما الصوت الثاني S_2 فهو صوت انبساطي Diastolic sound ناجم عن انغلاق الصمامات الهلالية في كل من

الشريانين الأبهر والرئوي، ويسمع في نهاية فترة الانقباض ومستهل استرخاء البطينين، ويسمع صوت صمام الشريان الأبهر من اليسار في الفاصل بين الضلعي الثالث في مستوى النتوء المرفقي، أما صوت صمام الشريان الرئوي فيسمع في أسفل وأمام الفاصل بين الضلعي الثاني أو الثالث في مستوى اتصال الأضلاع مع غضاريفها. ويسمع الصوتان الأول والثاني في مستوى ضربة ذروة القلب، وهذه علامة بارزة لبداية ونهاية الانقباض على التوالي، ويسمع الصوت الأول بلحن أطول نسبياً بالمقارنة مع الصوت الثاني ويحدث عند مستهل الإفراغ البطيني نتيجة لتقلص البطينين، وإن التوقف المفاجئ لتدفق الدم داخل القلب يكون بسبب شد أو توتر الصمامات عند الفترة المبكرة للإفراغ البطيني، أما الصوت الثاني للقلب وهو الأقصر والأعلى لحناً والأشد من الصوت الأول إنما يتسبب عن التغير في اتجاه تدفق الدم في الشريان الأبهر والجذع الرئوي عند نهاية الانقباض مغلقاً بذلك صمامات الأبهر والشريان الرئوي. والصوت الثالث S_3 من الشائع عند خيول السباق أن يسمع صوت ثالث بنغمة صماء مكتومة عقب الصوت الثاني مباشرة في نهاية فترة الامتلاء السريع للبطينين في بداية الانبساط المبكر، ويسمع بجلاء في الفاصل بين الضلعي الخامس خلف المنطقة التي يسمع فيها الصوت الأول، ويمكن لهذا الصوت أيضاً أن يسمع في أعلى منطقة الإصغاء للقلب من الجهة اليمنى أيضاً في نهاية الاسترخاء الفعال للبطينن، ويرتبط ذلك بتباطؤ مفاجئ وظاهري لجدران البطينات، ويمكن تمييز الصوت الثالث عن الثاني من حيث مكان سماعه، وتوقيته. ومن الشائع أن يسمع الصوت الثالث بطيئاً خلف أو أعلى ضربة ذروة القلب في حين أن الصوت الثاني يسمع من الأمام ضمن ساحة الصمام الرئوي. أما الصوت الرابع S_4 فيسمع في أثناء تقلص الأذينات مباشرة قبل الصوت الأول، وهو صوت ناعم، يسمع فوق قاعدة القلب من الجهة اليسرى واليمنى، وهو متميز ومنفصل بجلاء عن صوت القلب الأول، ويكشف عن هذا الصوت بنسبة 60 % عند الخيول في حالة الراحة، ويعبّر عن هذه الأصوات بأحرف Lubb-Dup Buh. ويعتبر معظم الباحثين أن الصوت الثالث والرابع أصوات طبيعية ولا تملك أية أهمية تشخيصية عند الخيول، ويمكن تجاهلها أثناء فحص القلب، ويرتبط سماع

الصوت الرابع بانغلاق عابر للصمامات الأذينية البطينية عقب التقلص الأذيني والتباطؤ المفاجئ في تمدد البطين، ويسمع عادة عند الخيول الأصيلة ويكون طاغياً على الصوت الأول.

وإضافة إلى ما ذكر فإنه بالإصغاء أيضاً يمكن سماع النفخات Murmurs، أو مايعرف باللغّط أو بالهرير Thrill القلبي الذي يسمع أثناء الإصغاء على منطقة القلب، وهو لحن أو صوت يمكن أن يكون فيزيولوجي أو مرضي يدل على تضيق في صمامات القلب، كما يمكن سماع صوت حفيف أو الاحتكاك Friction في بداية التهاب التامور الخمجي في مرحلة الاحتقان (Reef, 1985).

النفخات القلبية : Cardiac murmurs

لقد أوضح كل من (Reef, 1985, Rushmer, 1992) أن النفخات القلبية تمثل سلسلة من الاهتزازات أو الذبذبات المسموعة، تحدث خلال فترة الصمت الفيزيولوجي للدورة القلبية، وتنطلق من نقطة الاتصال ما بين الأذين والبطين، وما بين البطين والوعاء الكبير الذي يقوم بالإمداد الدموي للنسج والأعضاء. ويطلق مصطلح النفخة murmur القلبية على أي صوت يسمع بالإصغاء خارج فترة الإنقباض والإنبساط، ويعزى سماعها إلى وجود تباين في سرعة تدفق تيار الدم من وإلى القلب، إلى جانب الأثر التي تتركه عودة التموجات التي تحدث بسبب الاضطراب الذي ينشأ عندما يتسارع تدفق التيار الدموي ليندفع بسرعة عالية ومفاجئة ضمن الأوعية الكبيرة، أو لتَشكُّل ما يدعى بالدوّامات اللولبية مسببة اهتزازات لبنى القلب التي تعطي صوتاً أصماً، أو بسبب شذوذات الاتصال بين الأجواف القلبية المختلفة، كالشذوذات القلبية الولادية (Hall *et al.*, 2010)، وغالباً ما تتطور كنتيجة للقصور الصمامي سواء بتضيق أو بانسداد أحد هذه الصمامات (Reef, 1995b)، ويذكر بعض الباحثين أنها تحدث بصورة خفيفة ولطيفة عند نسبة مرتفعة من الخيول السليمة إكلينيكياً، وتوصف بأنها نفخات قلبية ناعمة، يمكن أن تسمع من دون ملاحظة أية علامات مرضية مرافقة عند الخيول تدل على إصابة قلبية، وهذه ميزة ينفرد بها القلب عند الخيول، وإن

مثل هذه النفخات سواء كانت انقباضية أوانبساطية تُعدّ فيزيولوجية، ولاتحمل أية قيمة تشخيصية عند الخيول التي تملك قلباً سليماً وطبيعياً، ويمكنها أن تتباين بكثافتها بالتوافق مع معدل ضربات القلب، وسُجلت النفخات المتقطعة إثر قلس Regurgitation الدم الأبهري عند الخيول السليمة إكلينيكياً عقب الانقباض البطيني، وفي البطين الأيسر خلال الامتلاء السريع، وتكون النفخات مسموعة أثناء الإفراغ والامتلاء البطيني عند أكثر من 50% من الخيول السليمة، ويختلف تكرار هذه النفخات الفيزيولوجية التدفقية عند الخيول حيث تملك تمايلاً نحو الزيادة في حالة الإثارة، وعلى النقيض فإن النفخات المستمرة أو السائدة غالباً ما تكون مرضية، ويمكن كشفها بالإصغاء فوق المنطقة الممتدة للقلب (Rushmer, 1992).

وقد أشار (Reef, 1995b) إلى أنه قد يكون من الصعب التمييز بين أنواع النفخات القلبية عند الخيول، ولاسيما النفخات الانقباضية التي هي الأكثر شيوعاً، ويمكن أن تأخذ مصدراً من أماكن مختلفة من القلب. وأكد الباحث (Marr, 2011b) إلى أنه عند سماع النفخات يبقى من الضروري تحديد طبيعتها فيزيولوجية أو مرضية، فالفيزيولوجية تختلف في كثافتها مع تغيرات معدل ضربات القلب، وهذا ما يمكن ملاحظته أثناء الترييض والإجهاد، حيث تكون عادة متقطعة أو متفرقة في حدوثها، أما النفخات السائدة أو المستمرة فهي غالباً ماتكون مرضية وتسمع فوق مساحة أكثر انتشاراً في منطقة القلب.

II- **الفحص بالجس** :Palpation

تطبق طريقة الجس في فحص القلب بوضع راحة اليد اليسرى أو رؤوس الأصابع على جدار الصدر الأيسر في مستوى الثلث الأسفل ما بين الفاصل بين الضلعي الخامس والسادس عند الخيول، وتوضع اليد اليمنى على الغارب عادة، فعند كل انقباض بطيني يشعر الفاحص بضربة ذروة القلب Apex beat of the heart، كما أنه بالمشاهدة يلاحظ ارتعاش الزنار العضلي الكتفي، ويجب التمييز بين ضربة ذروة القلب وبين ارتعاش جدار الصدر(Frandson *et al.*, 2009). وأثناء الجس على منطقة القلب براحة اليد يشعر

بصدمة انقباضية تدعى بضربة ذروة القلب، تنجم عن انقباض عضلة القلب وازدياد القطر الأمامي الخلفي للبطينين ازدياداً مفاجئاً، إلى جانب أن هناك ثمة تماس محدود بين القلب وجدار الصدر من الجهة اليسرى، وتعتمد شدة ضربة ذروة القلب وقوتها على الحالة الصحية للحيوان وعلى قوة العضلة القلبية، ونشاطها، وسلامتها من الآفات المرضية، وكذلك فإن تطبيق الجس القوي على منطقة القلب يكشف عن الألم في الفواصل بين الضلعية /3-4-5/ والذي يمكن أن يدل على ذات الجنب الحادة. ويساعد الجس على المنطقة براحة اليد قبل تطبيق الإصغاء على التركيز لتحديد معدل ضربات القلب، وإن تحديد طبيعة أصوات القلب أو أية اهتزازات أخرى غير طبيعية يجب أن يتم قبل أن تختلط أو تتشوه مع النفخات القلبية الموجودة. وتفحص ضربة ذروة القلب بالجس لتقصي موقعها وانتشارها، وقوتها وانتظامها، وتواترها (Kelly, 1984, Patteson and Blissitt, 1996).

آ- موقع ضربة ذروة القلب وانتشارها :

يشعر الفاحص بضربة أو بصدمة ذروة القلب عند الخيول من الجهة اليسرى في الفاصل بين الضلعي الخامس تحت مجموعة عضلات الزنار الكتفي، كما يمكن الشعور بها من الجهة اليمنى أيضاً ضمن مساحة صغيرة في الفاصل بين الضلعي الرابع فوق خط مفصل المرفق بنحو/7- 8/ سم، وتشغل مساحة قدرها /4-5/ سم^2. إن مكان ضربة ذروة القلب قابل للتبدل في أمراض القلب، فقد يتبدل المكان نحو الأمام أو الخلف أو نحو الأعلى أو نحو اليمين، أما تبدل مكان ضربة ذروة القلب نحو الأمام فيحدث عندما يزداد تحدب الحجاب الحاجز بسبب زيادة الضغط داخل التجويف البطني، وهذا ما يحدث في حالة تمدد المعدة الحاد، وتمدد الأعور والأمعاء، وتوتر جدرانها بالغازات، أما تبدل مكانها نحو الجهة اليمنى فيصادف في حالة ذات الجنب الانصبابية من الجهة اليسرى، وفي الاسترواح الصدري، أما انزياح مكان ضربة ذروة القلب نحو الجهة العليا والخلفية فيحدث في حالة تضخم القلب، وحالات فقر الدم، والتهاب

التامور، ويمكن أن لا يُشعر بضربة ذروة القلب بالجس نهائياً، وتغيب في الحالات التي يبتعد فيها القلب عن جدار الصدر كما في التهاب التامور، وفي ذات الجنب الارتشاحية، وأورام الرئتين (Mann *et al.*, 2014).

ب- قوة ضربة ذروة القلب وانتظامها:

ترتبط قوة ضربة ذروة القلب وانتظامها في الحالة الطبيعية بسلامة انقباض العضلة القلبية ذاتها وقوتها، وبحجم السائل التاموري، وبمدى امتلاء الفصوص الرئوية المجاورة بالهواء، وبسماكة جدار القفص الصدري، وفي الحالة الطبيعية لايمكن الشعور بقوة ضربة ذروة القلب، إلا إنه يشعر بها عند خيول الرياضة الهزيلة منها، ولاسيما عندما تكون درجة حرارة الوسط المحيط مرتفعة، وفي أثناء تعرض الحيوان للجهد الفيزيائي الشاق، وعقب الإثارة والقلق، وكذلك في حالات الحمى، والتسممات، وتضخم عضلة القلب، وعندما تشتد ضربة ذروة القلب فإنها تصبح قافزة، ويشعر بقوتها في حالات الإجهاد الفيزيائي المفرط، وفي فقر الدم الخمجي EIA، وفي حالات فقر الدم المختلفة الحادة .أما ضعف ضربة ذروة القلب فقد يكون طبيعياً (فيزيولوجياً)، أومرضياً، أما حالات ضعفها الطبيعية فيكشف عنها عند الحيوانات المفرطة السمنة، وذات الصدر العريض، والجدار الضلعي السميك، أما مرضياً فقد يشكل ضعفها عرضاً لالتهاب التهاب التامور، وتمدد عضلة القلب المزمن، والنفاخ الرئوي Pulmonary emphysema، وذات الجنب الانصبابية pleuresy with effusion، والاسترواح الصدري Pneumothorax، وفي الأطوار النهائية للاعتلالات القلبية و الأمراض الخمجية الحادة (Smith, 2015).

ت- تواتر ضربة ذروة القلب (ترددها):

يختلف معدل ضربات القلب الطبيعية باختلاف عمر، وحجم، ومزاج الخيول وحالتها الفيزيولوجية، ويتناسب ترددها عكساً مع حجم الحيوان وعمره، إذ يكون ترددها عند الحيوانات البالغة أقل منها عند النامية، كما

يزداد ترددها في مرحلة الحمل المتقدم، وفي الحمى، والألم، والتجفاف، وفقر الدم الحاد، وفي الأخماج، والصدمة، ويختلف ترددها أيضاً حسبما يتعرض له الحيوان من إجهاد فيزيائي، أوعمل شاق، حيث يزداد تواترها ثم يعود إلى طبيعته بعد برهة قصيرة من الراحة، أما إذا طالت الفترة اللازمة لعودتها إلى حالتها الطبيعية فيكون القلب عندها في وضعية الإجهاد المفرط ويبدو ذلك مهماً في سباقات المسافات القصيرة والتحمل (Patteson, 1996).

III- الفحص بالقرع: Percussion

وهي الطريقة الثاالثة المستخدمة في الفحص الإكلينيكي للقلب، ومن خلالها يمكن الكشف عن مدى تبدل الساحة التي يشغلها القلب بسبب التضخم، أو انزياحه وتغير موقعه لأسباب مختلفة، حيث يكون القلب متموضعاً بتماس مباشر مع جدار الصدر، ويطبق القرع للكشف عن حدود الساحة الصماء التي يشغلها القلب، ونظراً لأن القلب عضلة لا تحوي على هواء فإن القرع على المنطقة التي يشغلها يكشف عن صمم مطلق، إلا إن القرع قد يكشف عن صدى أصم نسبياً نظراً لتداخل الحافة السفلية الرقيقة من الرئة بين القلب وجدار الصدر عند بعض أنواع الحيوانات. وعند الخيول فالقلب يكون بتماس محكم مع الجدار الصدري الأيسر في منطقة الفاصل بين الضلعي /3- 6/ أي بقدر راحة اليد خلف مفصل الكتف وفوق مستوى النتوء المرفقي، وفي هذه المنطقة يمكن الكشف بالقرع عن تمدد واتساع الساحة الصماء للقلب، وعن صدى أصم مطلق Absolute Dullness لساحة القلب (Pilliner and Davies, 2013).

ويكشف بالقرع عن تمدد واتساع مساحة الساحة الصماء للقلب إلى الأمام والخلف في حالة تضخم القلب، وفي التهاب التامور عند خيول السباق، ويمكن أن يكشف أيضاً عن وجود ألم واضح وصريح في المنطقة بسبب التهاب التامور الحاد، وقد يسبب هذا الالتهاب تراكماً للغازات ضمن تجويفه بسبب عمليات التعفن الجرثومي فيصبح الصدى في هذه الحالة طبلياً أو تحت طبلي يسمع جيداً في أثناء القرع (Kelly, 1984).

ويجب ملاحظة أنه في أغلب الحالات المرضية السابقة يكون اتساع المنطقة الصماء التي يشغلها القلب أكثر وضوحاً في الجانب الأيمن فيما عدا الحالات التي يكون فيها انزياح القلب نحو الجانب الأيسر، ونتيجة للعلاقة التشريحية للقلب مع الأحشاء المجاورة، فإن أي زيادة ملحوظة في امتداد الساحة الصماء للقلب سوف تشمل امتداد الحدود العلوية والسفلية لهذه المنطقة (Patteson and Blissitt, 1996).

ويحدث تضيق للساحة الصماء للقلب ولا سيما عند الخيول في النفاخ الرئوي (النهجة) الحاد أو المزمن، وفي الحالات التي يكون فيها جزء كبير من النسيج الرئوي محشوراً بين القلب وجدار الصدر، إضافة لذلك فإن الحيوان المريض يبدي أعراضاً أخرى مميزة لآفة قلبية قد تساعد في التشخيص(Kelly, 1984).

5- الصورة الدموية: Blood picture

تتضمن معايير الدم الشكليائية (المورفولوجية) Morphological Blood Parameters المعتمدة في خطة العمل؛ الكريات الدموية الحمر RBCs، والكريات الدموية البيض WBCs، والخضاب الدموي Hb، ومكداس الدم (الكسر الحجمي للكريات الحمر) PCV والذي يدعى خطأً بالهيماتوكريت.

وقد ذكر كل من (john and Walter, 1997, Darren, 2008) أن عدد الكريات الحمر الفيزيولوجي عند الخيول السليمة إكلينيكياً من السلالات النقية في حالة الراحة يقدر بنحو/6,0- 10,5/ مليون كرية/مم^3 وعدد الكريات البيض بنحو/6,4- 9,6/ ألف كرية/مم3، أما تركيز الخضاب فيتراوح ما بين/11- 18/ غ/دل وبمتوسط /14,4/ غ/د.ل، وتشكل نسبة مكداس الدم 32- 45 % وبمتوسط 38 %، أما الباحث (Duncan and Prasse, 1986) فقد أشار إلى أن تعداد الكريات الحمر يقدر بنحو/6,0- 12,0/ مليون كرية/مم3، وتعداد الكريات البيض بنحو/6- 12/ ألف كرية/مم3، أما تركيز الخضاب فيتراوح ما بين/10- 18/ غ/دل وبمتوسط /14,4/ غ/د.ل، وتشكل نسبة مكداس الدم 32- 42 % وبمتوسط 37 %، ويؤكد هؤلاء أن القيم تم الحصول عليها بعد الأخذ بعين الاعتبار عمر الحيوان،

وسلالته، وجنسه، والتغذية، وشروط الوسط المحيطة، وطرائق جمع العينات، والقياسات المخبرية. إلا إن المعدلات الطبيعية لهذه المعايير تتعرض إلى بعض المتغيرات ولاسيما نحو الارتفاع قليلاً بعد الترييض أو الإجهاد إما بسبب التجفاف المعتدل أو للمعاوضة في تلبية حاجة العضوية بالأكسجين والغذيات الذي يزداد خلال الإجهاد (Radostits *et al.*, 2000).

6- الواسمات البيولوجية للقلب: Cardiac Biomarkers of the heart

عندما أضيف مصطلح الواسمات البيولوجية لأول مرة إلى المصطلحات الطبية عام 1989، جاء المعهد الوطني لمجموعة الصحة في عام 2001 ليؤكد أن الواسمات البيولوجية قوة معيارية نوعية وحساسة تجرى قياساتها الهادفة كمياً، وحسياً، لتُقيّم على أنها مؤشرات أو معايير للتفاعلات البيولوجية الطبيعية، وقد تكون كاشف لبعض المؤثرات المرضية، أو للاستجابة العلاجية للتداخلات الدوائية (Colburn *et al.*, 2001, Vasan, 2006).

وتعد الواسمات البيولوجية (الحيوية) القلبية Cardiac Biomarkers وسائل تشخيصية هامة، سريعة ونوعية، وحساسة يمكن قياسها، أومعايرتها لدى الاشتباه بإصابة مرضية في القلب، فهي تعكس وجود حالة مرضية ذات علاقة بهذه العضلة، كما تحدد شدتها، وتساعد في وضع خطة للمعالجة، وتحديد الإنذار، وقد تضمنت الواسمات البيولوجية في السابق قياس الضغط الدموي، ومعايرة الكوليسترول، والشوارد، وأنظيم Gamma Glutamyl Transferase (GGT)، وأنظيم Aspartate (AST) Aminotransferase ، وآزوت يوريا الدم (BUN) في المصل (Martin Jr *et al.*, 2000)، وقد أضيف لاحقاً للواسمات البيولوجية القلبية كل من الكاتيكولامينات Catacholamines، ومجموعة رينين – أنجيوتنسين – ألدوسترون Renin-Angiotensin and Aldosterone System (RAAS)، والبيبتيدات مدرة الصوديوم Natriuretic peptides (Nyman *et al.*, 1998).

إلا إنه تبين حديثاً أن هناك واسمات بيولوجية أخرى ذات أهمية وأكثر نوعية وأشد حساسية في تشخيص أمراض القلب وفي مقدمتها التروبونين القلبي Cardiac Troponins الذي يعد ذو أهمية ذهبية Gold Standart من أجل تقييم أمراض عضـــلة القلب، كما أنه يوجد بعض الأنظيمات الهامة في هذا المجال مثل الأنظيم كرياتين كيناز CK-MB، وأنظيم اللاكتات داي هايدروجيناز LDH (Vasan, 2006).

التروبونينات : Troponins

لقد أشـار الباحث (Else and Holmes, 1972) إلى وجود واسـمات بيولوجية واختبارات تشـخيصـية مخبرية معتمدة أكثر نوعية وحساسية من سابقتها لتحديد حالات القصور القلبي، وتنكس أو تأذي العضلة القلبية الأولي أو الثانوي، من أجل الحصـول على معلومات تفيد حول التكهن بالحالة عند الخيول، ومنها التروبونينات التي تعد بروتينات منظمة تشكل جزء من الجهاز التقلصي للنسيج العضلي الهيكلي والقلب، وليس لها وجود في العضلات الملساء.

وقد حصـــل كل من (Kittleson and Kienle, 1998) على نتائج تفيد أن التروبونين هو بروتين غلوبوليني كريوي، ويشكل بنظائرها النوعية جزءاً تنظيمياً من جهاز التقلص للنسيج العضلي سواء الهيكلي أو عضـــلة القلب، وليس له وجود في نســـيج العضـــلات الملســـاء، وبارتباطه مع الأكتين actin والترومبوميوزين Tropomysine يشكل أجزاءً من الخيوط الرفيعة Filament ضمن الألياف العضلية الهيكلية وعضلة القلب، حيث تعد هذه الألياف جوهرية من أجل تنظيم تأثير شاردة الكالسيوم كوسيط غير مباشر من أجل التقلصات العضلية (Katz, 2011).

وذكر كل من (Greaser and Gergely, 1971) أن التروبونين يشـكل جزءاً من مركب (معقد) يدعى Troponin –Tropomysine العضـــلي، ويضـــم/3/ نظائر هي Troponin-C (TnC)، و(TnI) Troponin-I، و(Troponin-T (TnT، ويوضح (Dhoot *et al.*, 1978) أيضاً وجود ثلاثة نظائر

للتروبونينات، الأول من أجل عضـلة القلب، والثاني من أجل تقلص الألياف العضـلية الهيكيلية سـريعة الحركة، والثالث من أجل تقلص الألياف العضلية الهيكيلية بطيئة الحركة.

وقد أوضـح (Somani *et al.*, 2005) أن التروبونين القلبي هو واسم بيولوجي Biomarkers نوعي وحسـاس يسـتخدم كمعيار مخبري من أجل تحديد الإصـابة القلبية وشـدتها عند الخيول ذات الاسـتعداد الفردي للإصابة بأمراض القلب.

ويشير كل من الباحثين (O'Brien *et al.*, 1997, Coudrey, 1998, Marr, 2011a) إلى ارتباطات نظائر التربونين القلبي؛ حيث يرتبط التروبونين القلبي C مع إيونات الكالسـيوم Ca^{++} بغية إحداث تعديل بنيوي في التروبونين I بشكل مماثل لما هو في العضلات الهيكلية، أما التروبونين القلبي الثاني T فيرتبط مع التروبوميوزين Tropomyosin، أما النظير الثالث التربونين القلبي I حيث يرتبط مع الأكتين ليمسك بمركب التروبونين– تروبوميوزين في مكانه، ويعد الأخيران متماثلين في النوعية والحساسية لعضلة القلب (Katus *et al.*, 1992, Freda *et al.*, 2002, Peacock IV *et al.*, 2008).

يتواجد التروبونين القلبي ضمن خلايا العضلة القلبية، إلا إن 8 % من كميته الكلية توجد في عضلة القلب غير مرتبطة بالسـيتوبلازما، وإن كمية قليلة منه تبقى حرة في البلازما (Bleier *et al.*, 1998, Katz, 2011). تتحرر التروبونينات القلبية من العضلة القلبية ضمن الشبكة الوعائية في حال حدوث تأذٍ عضلي قلبي، بنسـبة تتوافق مع درجة تأذي النسـيج وتمزق أغشـية الخلايا العضـلية (Young *et al.*, 2008)، ووجد الباحث (O'Brien *et al.*, 1997) أن التروبونين القلبي cTnI يبقى ضـمن الدوران الدموي لمدة أطول من تلك النظائر المستخدمة الأخرى. وقد حصل الباحث أيضـاً على نتائج تفيد أن التروبونين القلبي cTnI يوجد في عضلة القلب عند الخيول بتركيز يعادل ما هو في القلب عند الإنسان.

يعد التروبونين القلبي cTnI من الواسمات البيولوجية النوعية والحساسة للقلب، نظراً لأن مستوى تركيزه يعادل /1000/ مرة أعلى ضمن الخلايا العضلية القلبية بالمقارنة مع الخلايا العضلية الهيكلية (Pan and Potter, 1992, Anderson *et al.*, 1995)، كما أوضحت دراسة أجراها كل من (Divers *et al.*, 2009, Kraus *et al.*, 2010) مدى حساسية ونوعية هذا الواسم البيولوجي في أذيات العضلة القلبية عند الخيول.

من الوجهة الفيزيولوجية فإن التربونين القلبي يوجد في البلازما بتراكيز خفيفة جداً، إلا إنه يرتفع في حال حدوث أذيات في العضلة القلبية، ويكون تركيزه على أشده بعد نحو/2–6/ ساا إثر تحرره من الأكتين والميوزين، ويقدر العمر النصفي للتروبونين القلبي cTnI في الدم بنحو ساعتين فقط، أما الباحثون (Kraus *et al.*, 2010, Nath *et al.*, 2012) فقد ذكروا أن عمره النصفي في البلازما يقدر بنحو/0,47/ ساا، ومع هذا فقد سجل ارتفاع في تركيزه عند الخيول لفترة /14/ يوماً بعد بداية الأذية القلبية، وقد يكون ذلك متعلق باستمرار تحرره من عضلة القلب بسبب الأذيات التي لحقت بها.

وعند الخيول السليمة التي هي في حالة الراحة يكشف عن تركيز منخفض من التروبونين القلبي cTnI في البلازما، إذ يكون أقل من /0.3/ نانوغرام/مل (Schwarzwald *et al.*, 2003)

، أما الباحث (Begg *et al.*, 2006) فقد سجل نتائج تفيد بأن التركيز المرجعي للتروبونين القلبي cTnI في البلازما عند الخيول السليمة يعادل أقل من /0,15/ ميكروغرام/ل في البلازما الطازجة، ويرتفع هذا التركيز في سباقات التحمل ارتفاعاً واضحاً استجابة للترييض الشاق والإجهاد، وأظهرت نتائج حصل عليها كل من (Schwarzwald *et al.*, 2003, Durando *et al.*, 2006) بأن تركيز التروبونين القلبي cTnI يرتفع عند الخيول التي لديها استعداد فردي للإصابة بالاعتلالات القلبية، وذكر الباحث (Phillips *et al.*, 2003) أن تراكيزه لاتتأثر بالعمر، أو بالجنس، أو بالسلالة، ولا توجد دراسات واضحة ومؤكدة تثبت

مستوى تركيز التروبونين القلبي cTnI المرجعي في البلازما عند الخيول العربية السليمة صحياً، ولم تحدد بعد العوامل التي تؤثر في مستوياته في البلازما.

الكرياتين كاينـاز واللاكتات داي هايدروجينيز: Creatin Kinase and Lactate Dehydrogenase

تعد معايرة البعض من الأنظيمات حتى في وقتنا الحاضر من الواسمات الحيوية الهامة والمتاحة من أجل تأكيد التشـخيص الإكلينيكي لبعض الأمراض (Boyd, 1988)، وفي مجال الواسـمات البيولوجية للقلب أوضح كل من الباحثين (Adams *et al.*, 1993, Martin Jr *et al.*, 2000) استخدام الأنظيم كرياتين كاينيز Creatine Kinase CK الذي يملك ثلاثة نظائر Isoenzymes: الأول CK1-(BB) وهو نوعي للجهاز العصبي، والثاني(CK2-(MB وهو نوعي للعضلة القلبية فقط، أما الثالث CK3-(MM) وهو نوعي للقلب والعضـلات الهيكلية إلا إنه أكثر نوعية للعضـلات الهيكلية، والأنظيم لاكتات داي هايدروجينيز LDH ولاسيما نظيره (LDH1) كواسمات بيولوجية لإصابات عضلة القلب. وتكمن أهمية معايرة هذه الأنظيمات في البلازما ليس من أجل تأكيد التشخيص للآفة القلبية فحسب بل ومن أجل متابعة سير الحالة المرضية وتحديد الإنذار للإصابات القلبية.

ينتشر أنظيم الكرياتين كاينيز CK في بعض النسج وهو من الأنظيمات المحولة، التي تحفز نقل الزمر الأمينية و الفوسفات وغيرها من مركب إلى آخر، حيث يوجد هذا الأنظيم في العضلة القلبية، وفي العضلات المخططة، والدماغ، وليس له وجود في الكبد، والكلية، والرئة، والكريات الحمر، وهو أنظيم غير ثابت وعمره النصفي قصير جداً، وتجب معايرته بأسرع ما يمكن بعد تحضير العينة مباشرة، ويختلف مستوى التركيز الطبيعي لأنظيم CK وفقاً للنشاط الفيزيائي للحيوان، وعمره، وجنسه، ويوجد في العضلة القلبية والعضلات الهيكلية معاً، يعد ارتفاع تركيزه في المصل أكثر شيوعاً بارتباطه مع اعتلال العضلة القلبية والاعتلالات العضلية الهيكلية الناجمة عن الترييض والتدريب العنيف، وعند الحقن العضلي، والنقل لمسافات طويلة.

وقد تم الكشف على نظائر هذا الأنظيم Isoenzymes ومن أهمها وأوضحها نوعية وحساسية لعضلة القلب هي Myocardial band CK-MB. ويتواجد CK-MB حصرياً في السيتوبلازما لخلايا العضلة القلبية ويتم تحرره بسرعة بعد موت الخلية، لكنه يستمر لفترة قصيرة (Adams, 1999). وترتفع مستوياته في مصل الدم بعد نقص تروية عضلة القلب (Sobel and Shell, 1972). فقد كان CK-MB الدعامة الأساسية لتشخيص احتشاء عضلة القلب الحاد لدى الإنسان لمدة عشرين عاماً تقريباً، واعتبر الاختبار الأساسي في الثمانينيات (Dolci and Panteghini, 2006). ونسبة CK-MB في القلب عند الخيول هي مجال للمناقشة، حيث أظهرت إحدى الدراسات أنها مسؤولة عن 3.9٪ فقط من النشاط في القلب، في حين تشير دراسة أخرى إلى أن CK-MB تشكل 30 – 40 ٪ من إجمالي CK في عضلة القلب (Anderson, 1976, Argiroudis *et al.*, 1982).

أما الأنظيم لاكتات ديهايدروكيناز LDH فيوجد في نسج الجسم التي تستخدم الغليكوز من أجل الحصول على الطاقة، وهو من أنظيمات الأكسدة والإرجاع، يعمل على استمرارية نقل شاردة الهايدروجين بين حمض اللبن والحمض البروبيوني، كما أنه يحفز نقل الإلكترونات، وهو ذو حساسية و نوعية متوسطة للقلب، ويوجد في العديد من النسج في الجسم كالعضلات المخططة، والأعصاب، والكبد، والكلية، والكريات الحمر، والبنكرياس، إلا إن المصدر الرئيسي له في مصل الدم هو العضلات المخططة والكبد والكريات الحمر، ويكون تركيزه مرتفع في العضلة القلبية وخاصةً نظائره LDH1 و LDH2، وهو الأنظيم الوحيد الذي يعمل على ركيزة هايدروكسي بيوتيرات ويدعى أيضاً نازعة هايدروجين هايدروكسي بيوتيرات HBDH ويتوضع في السيتوبلازما، لذا تسهل نفاذيته عبر الأغشية الخلوية إثر تأذيها فيرتفع نشاطه في المصل، ويصبح أقل فائدة من الوجهة التشخيصية عند الخيول إذا كانت الإصابة القلبية متزامنة مع وجود إصابة العضلات الهيكلية (Fromm and Roberts, 2001).

وقد أشار (Hadidy, 1995) إلى أنه في المخبر يتم قياس نشاط الأنظيم وليس تركيزه في البلازما، إلا إن هناك ثمة عوامل كثيرة تؤثر في النشاط الأنظيمي يجب مراعاتها أثناء التحليل ومنها: الحرارة، ودرجة الـــ PH للوسط، وتركيز ونمط الركيزة Substrate الذي يعمل عليها الأنظيم، ووجود أوغياب المفعلات Activators وهي الـــــ Co-Enzyme، لذا أعطي توجيه نحو اعتماد طرائق قياسية دولية للنشاط الأنظيمي، ليتم تسجيل هذا النشاط وتقييمه بالوحدات الدولية، وإن كل وحدة دولية تمثل مقدار الأنظيم تحت ظروف قياس معينة تحفز تحول مول واحد من الركيزة/دقيقة.

تعد معرفة العمر النصفي للأنظيم مهمة من الناحية التشخيصية، ولاسيما الأنظيمات القلبية، حيث يقدر العمر النصفي للأنظيم CK-MB بنحو/8-12/ ساعات، أما العمر النصفي للأنظيم LDH فتقدر بنحو/3–8/ أيام. حيث أن الأنظيم CK-MB أول أنظيم يظهر أثناء الإصابة القلبية، وأول أنظيم يختفي في البلازما مع تقادم العينة، ثم يليه الأنظيم LDH، ثم يليه الأنظيم AST.

تقدر القيمة المرجعية للأنظيم CK-MB عند الخيول بقيم معادلة لما هو عند الإنسان والحيوانات الصغيرة، ويكون أقل من /0.1/ نانوغرام/مل وفقاً للطريقة التي أجريت من خلالها المعايرة (Larry, 2016)، حيث أنه لا يوجد قيم مرجعية ثابتة، لذا من الأفضل تحديد القيم الطبيعية محلياً وإعتماد الأسس والمعايير الموصى بها (Braun *et al.*, 1990)، ويرتفع تركيزه فوق المرجعي بعد /4-8/ ساعة إثر تأذي أو احتشاء عضلة القلب، ثم لا يلبث أن ينخفض إلى معدله الطبيعي بعد /3/ أيام، لذا يعد هذا الأنظيم واسم حيوي نوعي وحساس لفترة زمنية قصيرة ليصبح بعد تلك الفترة غير حساس لتأذي عضلة القلب (john and Walter, 1997, Diana *et al.*, 2007).

وقد ذكر (Susan and Michael, 2016) أن ارتفاع تركيز الأنظيم LDH في البلازما لايقتصر على التأذي القلبي فحسب، بل يمكن أن يكون واسماً بيولوجياً في اعتلال العضلات الهيكلية، والإجهاد

العضلي، واصابات الكبد حيث يقدر تركيزه في البلازما عند الخيول نحو /160–410/ وحدة دولية/ل في الحالة الطبيعية.

7- تخطيط صدى القلب : Echocardiography

يشمل تخطيط صدى القلب التصوير ثنائي الأبعاد Two-dimensional (2DE) والوضع M-mode M ، والدوبلر Doppler الذي أحدث تطوراً هاماً في مجال تشخيص أمراض القلب عند الخيول، حيث أنه يوفر إدراكاً أوسع في مجال وظائف القلب وأمراضه عند الخيول، حيث يدعم قدرة الفاحص على وضع التشخيص، وتقييم الحالة المرضية. ويتطلب الوصول لذلك توفر فهم واضح لمبادئ تخطيط صدى القلب، مع الكفاءة التقنية لأخذ صور قياسية جيدة للقلب، بالإضافة للإلمام في تفسير النتائج عند الحيوان السليم أو المريض، وبذلك يمكن التوصل للاستخدام الإكلينيكي الأمثل لتخطيط صدى القلب، ويؤكد الباحثون دائماً على إجراء تخطيط صدى القلب باتباع نفس الطريقة في كل مرة يحتاج فيها الحيوان للفحص، من حيث وضعية الحيوان، واتجاه المجس، وكذلك موقع المستلزمات بالنسبة للحيوان (Long *et al.*, 1992, Patteson and Blissitt, 1996).

يستخدم تخطيط صدى القلب في فحص البنى القلبية الداخلية من أجل تقييم وظيفتها وحجمها، والكشف عن عيوبها الخلقية، وتشوهات عضلة القلب، والآفات الصمامية، وفي حالات وجود الأورام، والآفات التضيقية، بالإضافة لتقييم التدفق الدموي، وتقييم حركة ووظيفة عضلة القلب (Boon, 2011).

يحتاج تصوير صدى القلب إلى مستلزمات، وفي مقدمتها جهاز الإيكو، ومجس قطاعي sector scanning transducer بتردد/ 2 – 3,5 / MHz للخيول البالغة وبتردد/ 5 – 7 / MHz للأمهار، ويكون العمق المناسب /18 - 24 / سم لتصوير القلب من الجانب الأيمن للصدر، وفي الأجهزة المتوفرة حالياً يصل عمق الفحص فيها حتى/36/ سم (Marr and Mark, 2011).

إن اختيار التردد المناسب هو الأساس للوصول لصورة جيدة وواضحة، وهذا يعتمد على العمق والاختراق المطلوب وظهور الصورة المطلوبة، حيث أن القاعدة العامة في هذا المجال تقول إن المجس ذو التردد العالي يكون طول موجته قصيرة ويعطي صورة أفضل في أقل عمق واختراق، وعلى العكس من ذلك فعندما يكون المجس منخفض التردد يملك طول موجة أكبر مما يعطي اختراق أعمق على حساب الوضوح rosolution . لذلك قد يكون هناك احتياج لاستخدام مجس عالي التردد يبلغ / 7 / MHz من أجل تحسين دقة البنى القريبة من صمام ثلاثي الشرف، وأيضاً يستخدم التردد / 2,5 / MHz حتى يتم التأكد من وصول الأمواج فوق الصوتية للناحية الثانية للقلب كما في حالة فحص التجاويف الأربعة للقلب (Vörös *et al.*, 1990, Boon, 2011).

ومما يستوجب إجراء تخطيط صدى القلب الحالات التي يسمع فيها النفخات القلبية murmurs ، وفي حال الكشف عن اضطراب نظم القلب dysrhythmias، عند سماع صوت مكتوم للقلب كما في إصابات التامور وأمراض عضلة القلب المتقدمة، وكذلك عندما يكشف عن وجود علامات قصور القلب الاحتقاني، ولدى الكشف عن حمى مجهولة السبب، وكذلك في حال انخفاض الأداء غير المبرر بعد استبعاد وجود إصابة في العضلات الهيكلية، ومشاكل الجهاز التنفسي (Long, 1992, Reef, 1995b).

ولدى إجراء تخطيط صدى القلب يظهر نسيج القلب بلون رمادي نظراً لأنه يعكس الأمواج فوق الصوتية بشكل جزئي تبعاً لكثافتة، أما الدم داخل التجاويف القلبية فيظهر بلون أسود نظراً لأنه منخفض الكثافة ولا يعكس الأمواج فوق الصوتية، أما غشاء التامور فيظهر بلون أبيض نظراً لأنه مرتفع الكثافة ويعكس الأمواج فوق الصوتية (Lightowler *et al.*, 2004).

وقد بين (Lombard, 1984, Boon, 2011) أن المصطلحات المستخدمة في تخطيط صدى القلب عند الحيوان واتجاه الصورة مستمدة من تخطيط صدى القلب عند الإنسان، حيث وضعت توصيات بذلك من

قبل لجنة معايير تخطيط صدى القلب البيطرية Committee on Standards for Veterinary Echocardiography للوصول لوجهات نظر موحدة، متوافقة مع شروط قراءة مقاطع التصوير عند الإنسان.

ويوجه الباحث (Boon, 2011, Marr and Mark, 2011) إلى أنه قبل المباشرة بتخطيط صدى القلب يجب القيام بإجراءات تحضيرية للحيوان وفي مقدمتها القيام بتخطيط صدى القلب في مكان إضاءته منخفضة، مع التحكم والضبط الجيد للحيوان والأفضل أن يكون الجواد داخل الزناقة، ولابد من قص وحلاقة شعر منطقة الإبط من الناحيتين اليمنى واليسرى في الفاصل بين الضلعي/3-5/ وذلك بهدف تقليل أثر الهواء على انتقال الموجات فوق الصوتية، بالإضافة إلى تنظيف الجلد من المواد الدهنية والأوساخ العالقة باستخدام الماء والصابون أو الكحول، ويستخدم الهلام Gel عند الفحص بهدف تجميع الأمواج فوق الصوتية، وعدم تبعثرها حيث أنه يبعد الهواء ويحسن ملامسة المجس للجلد.

ويشير الباحث (Patteson *et al.*, 1995) إلى عدم استخدام المهدئات أو المركنات sedatives قبل إجراء تخطيط صدى القلب لأنها تغير بعض أبعاد القلب والمؤشرات الوظيفية، وعند الحاجة للتهدئة لأجل حلاقة الشعر يجب الانتظار ساعات عدة قبل إجراء تخطيط صدى القلب، فإعطاء المركن ديتوميدين يؤثر على الأبعاد الانقباضية للبطين الأيسر و الشريان الأبهر فيقلل من سماكة جدار البطين ويزيد من قطر تجويف حجرة البطين وتزيد من قطر جذر الأبهر. بينما وجد الباحث (Buhl *et al.*, 2007) أن استخدام الأسبيرومايزين يعد الأقل تأثيراً على متغيرات تخطيط صدى القلب، فهو يزيد من قطر الشريان الرئوي و سماكة الحاجز البين بطيني ويقلل من قطر الأذين الأيسر في مرحلة الانبساط.

إن مقاطع التصوير للقلب كثيرة وأشبه ما تكون بخبز الصمون loaf of bread الذي يمكن قطعه بشرائح في مستويات مختلفة، فقد يعبر المقطع طول القلب أو عرضه، أو أي زاوية أخرى منه. والمقاطع القياسية

المستخدمة في فحص القلب هي؛ المقطع الطولي Longitudinal أو السهمي sagittal وهو المقطع الذي يصور طول القلب من القاعدة إلى القمة، ويعطي مقطع المحور الطويل long-axis view. والمقطع المستعرض Transversal وهو المقطع الذي يظهر فيه عرض القلب من اليمين إلى اليسار أوالعكس، وهو مقطع المحور القصير short-axis view ويكون في مستويات عدة، منها ما يجتاز قاعدة القلب، ومنها ما يقطع قمة القلب، ويسمى المقطع القمي Apical وبينهما مستويات عدة. وهناك مقاطع عديدة على شكل زوايا angled، أومنحرفة oblique تقع بين مقاطع المحور القصير والطويل، أما اتجاه الصورة Image Orientation في مقطع المحور الطويل فتكون قاعدة القلب إلى اليمين من صورة القطاع، بينما يكون الشريان الرئوي إلى اليمين من صورة القطاع لمقطع المحور القصير، ويكون البطين الأيمن إلى يمين صورة القطاع لمقطع القمة، ويعتبر التوجيه الصحيح للمجس مهم جداً، لذلك تم وضع نقطة أو علامة ضوئية هي علامة مرجعية ولها وظيفتان؛ الأولى تحديد مقطع الأمواج الصادرة عن المجس سواء كان طولياً أو مستعرضاً، والثانية توجيه الصورة على الشاشة لمعرفة يمينها ويسارها؛ فعندما تكون العلامة المرجعية موجهة نحو قاعدة القلب في مقطع المحور الطويل يظهر الأذين الأيسر والشريان الأبهر من جهة رمز العلامة المرجعية على الصورة أي على يمين الشاشة (Long *et al.*, 1992).

وقد أشار (Boon, 2011, Marr and Mark, 2011) إلى أن هناك مصطلحات مهمة تصف حركة المجس خلال تخطيط صدى القلب، والتي من خلالها يتم وصف تقنية التصوير، حيث تتضمن وصف حركة وجه المجس أو بللورات الكريستال وتشمل؛ التدوير Rotate أو الحركة الملتوية أو اللولبية Twist حيث يتم تدوير المجس حول محوره الطويل مع توضيح التدوير باتجاه عقارب الساعة أو بعكسها، والرفع Lift حيث يتم رفع المجس دون تغير موقعه، أي يرفع ذيل المجس فقط، والخفض Drop حيث يتم خفض ذيل المجس دون تغير موقعه، أو بحركة المروحة Fan بتحريك المجس حول محوره في نفس المكان،

والضغط في نفس المكان Point حيث يتم ضغط المجس نحو الجسم في نفس الموقع دون رفع أو خفض، وبهذا يتم فقط تغير اتجاه البللورات دون تغير موقع المجس.

وقد وصف (Boon, 2011, Gazi *et al.*, 2015) موقع العلامة المرجعية للمجس عند الخيول من خلال مايشير إليه عقرب الساعة إلى الوقت على مدار الساعة حيث تكون الساعة /12/ مباشرةً نحو العمود الفقري، والساعة /3/ أمامياً نحو القائمة الأمامية، والساعة /9/ خلفياً نحو الذيل. وتقع قاعدة القلب عند الساعة الواحدة، بينما تكون قمة القلب عند الساعة /7/، أي عندما يتم التصوير بالمقطع الطولي للقلب يكون شعاع الأمواج فوق الصوتية بموازاة الخط الوهمي الواصل بين الساعة /1/ والساعة /7/. والمقطع المرجعي عند الخيول هو صورة مقطع المحور الطويل للتدفق الخارج من البطين الأيسر في المنطقة فوق القصية اليمنى Left ventricular long axis with outflow view ، ويكون المقطع المرجعي الأكثر اكتمالاً للقلب هو صورة مقطع التجاويف الأربعة في المنطقة فوق القصية اليمنى Right parasternal four-chamber view.

وقد قام (Boon, 2011) بوصف الطرائق القياسية في إجراء تخطيط صدى القلب عند الخيول في كتابه تخطيط صدى القلب البيطري Veterinary Echocardiography وأعطى شرحاً مفصلاً لخطوات تصوير المقاطع المختلفة للقلب عند الخيول وفق مايلي:

- مقطع التدفق الخارج من البطين الأيسر: Left Ventricular Outflow View (LVOV)

يتم الحصول على هذا المقطع بتصوير المحور الطولي للقلب في المنطقة فوق القصية اليمنى ويظهر في هذه الصورة البطين الأيمن RV الذي يظهر دائماً في الجزء العلوي للصورة، والأذين الأيمن RA الذي يظهر في الجانب الأيمن العلوي للصورة، والصمام ثلاثي الشرف TV الذي يقع بين البطين والأذين الأيمن، إلا إنه غير واضح وضوحاً كافياً لهدف تشخيصي، والحاجز بين بطيني IVS ويظهر إلى اليسار وأسفل

الصمام السابق، والشريان الأبهر AO ويكون إلى اليمين وأسفل الصمام السابق، أما البطين الأيسر LV مع جداره LVW فيظهرا في أسفل ويسار الصورة، والأذين الأيسر LA فيظهر إلى اليمين وأسفل الشريان الأبهر، والتامور الذي يظهر بشكل خط لامع جداً very echodense bright وقد أحاط بالقلب كاملاً، ويمكن مشاهدة هيكل دائري صغير عند قاعدة الأذين الأيسر يمثل مقطع عرضي في الشريان الرئوي الأيمن. ويضيف الباحث أن طريقة التصوير تتم بوضع المجس في الفاصل بين ضلعي /4/، و/5– 7/ سم ظهرياً من المرفق، حيث يتم البدء بوضع المجس بشكل عمودي على جدار الصدر بحيث تكون العلامة المرجعية ظهرياً عند الساعة الواحدة، وللحصول على صورة أكثر وضوحاً يدفع بالمجس نحو الأمام (الساق)، ويتم تحريكه أعلى وأسفل الفاصل بين الضلعي مع الحفاظ على عموديته على جدار الصدر بدون ضغط على المكان point ، ومن أجل توضيح الشريان الأبهر يتم تدوير rotate المجس دون ضغط باتجاه عقارب الساعة نحو الساعة /1– 2 /عندها يظهر الشريان الأبهر.

– مقطع التجاويف الأربعة للقلب: Four Chamber View

يتعرض الباحث أيضاً لطريقة تصوير هذا المقطع من الجهة اليمنى في المنطقة فوق القصية للمحور الطويل للقلب، ويظهر في صورة هذا المقطع البطين الأيمن RV والأذين الأيمن RA في قمة القطاع من الصورة، ويفصل بينهما الصمام ثلاثي الشرف TV ، ويكون الحاجز بين أذيني IAS على يمين الصورة، أما الحاجز بين بطيني IVS فيكون في الجهة اليسرى من الصورة، ويعد الحاجز بين بطيني كامتداد للحاجز بين أذيني، والبطين الأيسر LV يكون أسفل ويسار الصورة، والأذين الأيسر LA يكون أسفل ويمين الصورة إلا إنه عند الخيول قد لا يظهر بشكل كامل، والصمام التاجي MV يظهر بين البطين والأذين الأيسر، وتكون طريقة التصوير لهذا المقطع في نفس الموقع وطريقة البدء في مقطع التصوير السابق (LVOV)، ثم يتم تدوير rotate المجس بعكس عقارب الساعة بحيث تصبح العلامة المرجعية عند الساعة /12/،

ويستمر بالتدوير حتى اختفاء الشريان الأبهر وظهور الحاجز بين أذيني مع الاستمرار بضغط البللورات قليلاً نحو الخلف بهدف الحفاظ على طول البطين الأيسر.

– مقطع القلب المستعرض أو المحور القصير للقلب: Short - Axis View

ذكر الباحث أنه يتم الحصول على الصور المستعرضة للقلب في أي مستوى للقلب من القاعدة إلى القمة، وتوجد خمس صور قياسية مستعرضة للقلب؛ البطين الأيسر في مستوى العضلات الحليمية، البطين الأيسر في مستوى الحبال الوترية، في مستوى الصمام التاجي، في مستوى قاعدة القلب مع الشريان الأبهر، وفي مستوى قاعدة القلب مع الشريان الرئوي. وتكون طريقة التصوير بتدوير المجس بحيث تصبح الإشارة المرجعية نحو المرفق Elbow أو الغضروف الخنجري مع إمالة المجس قليلاً باتجاه خلفي سفلي بحيث تكون عند الساعة /4 – 5/، فيكون اتجاه البللورات علوياً سفلياً أي من القاعدة إلى القمة فيصبح المجس بزاوية /90/ْ مع المحور الطويل، حيث يتم إيقاف تدوير المجس عندما يظهر البطين الأيسر بشكل دائرة متناظرة في حال كان التصوير في مستوى البطين الأيسر، وفي حال كان التصوير في مستوى الصمام التاجي فإنه يتم من خلال وضع المجس عمودياً وموجهاً للأمام وظهرياً نحو الكتف والكابل بطنياً نحو الغضروف الخنجري. أما في حال تصوير قاعدة القلب في مستوى الشريان الأبهر فيكون المجس عمودياً أكثر نحو الكتف والكابل خلفياً بطنياً والعلامة المرجعية نحو المرفق، ويمكن تدوير المجس قليلاً لإظهار الشريان الأبهر. ولتصوير قاعدة القلب في مستوى الشريان الرئوي يتم جعل محور المجس أمامياً ظهرياً بشكل أكبر حتى يتم رؤية الشريان الرئوي وتفرعاته، ويمكن تدوير المجس لرؤية أوضح للشريان الرئوي.

– مقطع المنطقة فوق القصية اليسرى Left Parasternal View

تعد الصورة أو المظهر المرجعي للناحية اليسرى عند الخيول هي المقطع الأمامي للتجاويف الأربعة من الجهة اليسرى Left Cranial Four-Chamber View حيث يتم التصوير من الناحية اليسرى أمامياً،

و يعطي هذا المقطع صورة أفضل للبطين والأذين اليسرى والصمام التاجي، حيث يظهر في هذه الصورة البطين الأيسر في الجانب الأيسر، والأذين اليسرى في الجانب الأيمن، والحاجز بين بطيني يظهر أسفل البطين الأيسر، ويظهر الجدار الحر للبطين الأيسر في الجزء العلوي للقطاع، وتكون طريقة التصوير بعد سحب القائمة اليسرى نحو الخارج و الأمام قليلاً ويتم وضع المجس من الجهة اليسرى في الفراغ بين ضلعي /4–5/، وفوق النتوء المرفقي بنحو /5– 7/ سم، والعلامة المرجعية نحو العمود الفقري عند الساعة /12/، والمجس عمودياً على الصدر مع الضغط point باتجاه علوي أمامي حتى يظهر أطول وأوسع تجويف للبطين الأيسر، ويمكن تدوير المجس حول محوره للحصول على أكبر عرض للأذين الأيسر (Marr and Mark, 2011).

ويؤكد كل من الباحثين (Reef, 1990, Long *et al.*, 1992, Boon, 2011) أنه من أجل إجراء فحص شامل للقلب بطريقة تخطيط الصدى يجب الحصول على مقاطع قياسية موحدة، وبطريقة منهجية قبل النظر في الحالة وتقييمها، حيث يتم الحصول على هذه الصور عندما يكون الحيوان في وضعية الوقوف، ويبدأ الفحص من الناحية اليمنى. وفي حال لم يتم التوصل لكامل نواحي القلب يستكمل الفحص من الناحية اليسرى، حيث يتم سحب القائمة الأمامية إلى الأمام والخارج قليلاً سواء عند الفحص من الناحية اليمنى أو اليسرى، ويوضع المجس في المنطقة فوق القصية اليمنى في الفاصل بين ضلعي الرابع في أسفل العضلة ثلاثية الرؤوس العضدية تماماً، مع إمالة قليلة للمجس بنحو/5– 10/ْ عن العمودي، بحيث تكون الموجات فوق الصوتية ممتدة من الساعة /2/ ظهرياً حتى الساعة /7– 8/ من الناحية السفلية في مقطع المحور الطويل long axis view، ومن الساعة /3– 4/ من الأمام إلى الساعة /9– 10/ خلفياً في مقطع المحور القصير لقاعدة القلب short axis view. وفي حال مانع الحيوان وضعية القائمة المسحوبة للأمام يتم وضع المجس إلى الأمام من الساق مع إبقائه عمودياً على جدار الصدر.

ومن أجل الوصول لتخطيط صدى قلب مثالي يؤكد الباحثون (Long *et al.*, 1992, Marr and Reef, 1995) على اتباع التسلسل التالي؛ يتم توجيه المجس نحو الجهة اليسرى للكتف لعرض الأذين الأيمن RA والبطين الأيمن RV والشريان الرئوي PA، ثم يتم إجراء دفع sweeping للمجس باتجاه سفلي لإظهار مقطع التجاويف الأربع للقلب four chamber view، ثم يتم إجراء تصوير المحور القصير من القمة إلى قاعدة القلب، وأخيراً يتم الحصول على سلسلة صور الوضع M من القاعدة إلى قمة القلب. أما صور الجهة اليسرى فتؤخذ من المنطقة فوق القصية في الفاصل بين ضلعي الخامس (خلف العضلة ثلاثية الرؤوس العضدية)، بحيث يكون المجس عمودياً أو مائل بنحو/5 - 10/ْ باتجاه عقارب الساعة، وتكون العلامة المرجعية باتجاه الساعة الواحدة، ويتم تحريك المجس خلفياً من أجل إظهار الأذين الأيسر LA والبطين الأيسر LV، ثم يتم إجراء دفع sweeping وبخفة باتجاه أمامي أثناء تدوير المجس باتجاه عقارب الساعة إلى الساعة /10– 11/ من أجل مقطع تصوير التدفق الخارجي عبر البطين الأيسر للقلب Left Ventricular Outflow Tract (LVOT).

وقد بينت الدراسات أن إحدى أهم مزايا تخطيط صدى القلب هي إمكانية قياس حجم البنى القلبية، وبفضل صور الوضع M يتم إجراء توقيت دقيق للحركة، وعند الجمع بين هذه القياسات يمكن الحصول على بيانات وظيفية قيمة، ومن أجل الوصول لقياسات دقيقة يجب الالتزام بالإرشادات والمبادئ التوجيهية لتخطيط صدى القلب، لذا يتم القياس فقط عند الحصول على صورة مثالية، لأن القياسات المأخوذة من صور منخفضة الجودة تكون ذات قياسات مضللة وغير دقيقة، ولاسيما عندما يكون المقطع التشريحي خاطئاً (Long *et al.*, 1992, Patteson *et al.*, 1995, Young and Scott, 1998).

ويقترح كل من (Lescure and Tamzali, 1984, Young *et al.*, 2005) بإجراء /3- 5/ مجموعات من القياسات من دورات مختلفة للقلب ثم يسجل المتوسط لتلك القياسات، وفي حال وجود لا نظمية القلب

يتم زيادة عدد مجموعات القياس، وتشير الأبحاث إلى أن متغيرات تخطيط صدى القلب تختلف باختلاف العمر، ووزن الجسم للجواد، وكذلك هناك اختلاف بين السلالات وبين المستويات المختلفة من الأداء.

يعد قطر البطين الأيسر Left ventricular dimeter هو البعد الأكثر تكراراً، والأسهل قياساً في الوضع M، فمن خلال صورة ثنائية الأبعاد (2DE) في مقطع المحور القصير للقلب في المنطقة فوق القصية اليمنى في مستوى الحبال الوترية، فإن الصورة تبدو جيدة عندما يكون مقطع التصوير عمودياً على المحور الطويل للبطين، عندها يظهر تجويف البطين الأيسر أقرب ما يكون للدائري، بعدها يتم تثبيت الصورة freezing ثم وضع مؤشر الوضع M في المحور الرئيسي للبطين بين الحبال الوترية، ويتم تسجيل القياسات؛ سماكة الحاجز بين بطيني IVS وسماكة جدار البطين الأيسر الحرة LVFW في نهاية الانبساط وفي ذروة الانقباض، ويستخدم القطر الداخلي للبطين الأيسر في حالة الانبساط LVIDd ، والقطر الداخلي للبطين الأيسر في حالة الانقباض LVIDs في اشتقاق كسر التقصير FS% Fractional Shortening والكسر القذفي EF% Ejection Fraction والتي تُحسب بشكل تلقائي من خلال حزم البيانات في جهاز الإيكو والتي تعتمد أساساً على المعادلات الموضحة فيما يلي:

$$EF\ \% = \frac{(LVIDd^3 - LVIDs^3)\times 100}{LVIDd^3} \qquad FS\ \% = \frac{(LVIDd - LVIDs)\times 100}{LVIDd}$$

حيث يُظهر كسر التقصير FS% درجة القصر قي القطر الداخلي للبطين الأيسر بين نهايتي الانبساط والانقباض، فهو مقياس لكفاءة انقباض عضلة القلب، فعندما تقل قيمته عند الخيول عن 28 % يكون دليل ضعف انقباض عضلة القلب، بينما يُمثل الكسر القذفي EF% الجزء الحجمي للدم الذي تم ضخه أو طرده من البطين الأيسر مع كل دورة قلبية، فهو مقياس لكفاءة ضخ القلب للدم، وعندما تكون قيمته عند الخيول أقل من 25% فيكون مؤشراً للقصور القلبي (Patteson *et al.*, 1995, Mann *et al.*, 2014). ويرتبط

الكسر القذفي EF% مع الدرجة القصوى لامتصاص الأكسجين وبالتالي يرتبط بأداء الحيوان في سباق المسافات الطويلة (Young *et al.*, 2002).

ويمكن الحصول على أبعاد البطين الأيسر من صور ثنائية الأبعاد 2DE وصور الوضع M في مقاطع التصوير للمحور الطويل والقصير للقلب (Young *et al.*, 2005).

يتم أخذ قياسات القلب في صور ثنائية الأبعاد بعد تثبيت الصور في نهاية مرحلة الانبساط ونهاية مرحلة الانقباض، وتحدد نهاية الانبساط عندما يكون البطين الأيسر في أكبر بُعد قبيل انغلاق الصمام التاجي، ويتم تحديد نهاية الانقباض عندما نحصل على أصغر حجم لتجويف البطين الأيسر قبل انفتاح الصمام التاجي. ولتوضيح طريقة أخذ القياسات، كقياس قطر البطين الأيسر الذي يؤخذ بقياس المسافة من سطح شغاف الحاجز بين بطيني إلى سطح شغاف جدار البطين الأيسر، في حين يتم أخذ القياسات في الوضع M بعد وضع مؤشر M عمودي على الحاجز بين بطيني وجدار البطين الأيسر في صورة ثنائية الأبعاد ويتم التحويل للوضع M، وبعدها يؤخذ القياس على صورة الوضع M في نهاية كل من مرحلة الانبساط والانقباض، والتي تحدد من خلال اختيار أقرب نقطتين لذروة مرحلة الانقباض و اختيار أبعد نقطتين لنهاية مرحلة الانبساط (Stadler *et al.*, 1993, Boon, 2011).

أما فيما يتعلق بقياس قطر الأذين الأيسر وقطر الشريان الأبهر فقد بين الباحثون (Patteson *et al.*, 1995) أنه من الممكن قياسهما من صور الوضع M للمحور القصير في المنطقة فوق القصية اليمنى عند مستوى قاعدة القلب، ويجب أن تكون نسبة جذر الأبهر إلى الأذين الأيسر أقل من /1/. أو يمكن الحصول على قطر الأذين الأيسر بطريقة أخرى من مقطع المحور الطويل للمنطقة فوق القصية اليسرى left parasternal long- axis view بشرط أخذ الزاوية التي تعطي أطول قطر للأذين الأيسر، وتعطي

هذه الطريقة القياس الأقرب للحقيقة نظراً لأن الطريقة السابقة تملك احتمال خطأ وضع المؤشر على الأوردة الرئوية ومنع تحديد دقيق للشغاف في المنطقة الظهرية.

أما قطر الشريان الأبهرAO فيقاس من صور الوضع M في المحور القصير للمسارات الخارجة من البطين الأيسر في المنطقة فوق القصية اليمنى Right parasternal short-axis LVOT حيث يتم وضع المؤشر في الجزء الأوسع من مقطع الأبهر عند مستوى الصمام الأبهري، ويقاس أيضاً من صور ثنائية الأبعاد 2DE لصور مقطع المحور الطويل للمسارات الخارجة من البطين الأيسر في المنطقة فوق القصية اليمنى Right parasternal long-axis view of the LVOT، ويمكن قياسه أيضاً من مقاطع التصوير الأخرى مع مراعاة وضع المؤشر كما ذكر سابقاً (Reef *et al.*, 2004, Marr and Mark, 2011).

أما بالنسبة لقياس قطر كل من البطين والأذين الأيمن فيعد صعباً نسبياً نظراً لقلة وجود نقاط محددة موثوقة كحويجزات trabeculations في جدار البطين الأيمن (Long *et al.*, 1992).

وهناك مؤشرات في قلب الجواد الطبيعي تؤخذ من صور ثنائية الأبعاد 2DE تعطي تقييم ذاتي للحالة حيث يكون حجم الأذين الأيمن RA أقل من حجم الأذين الأيسر LA في مقطع صور التجاويف الأربعة للقلب في المنطقة فوق القصية اليمنى Right parasternal 4-chamber image، ويكون حجم البطين الأيمن RV مساوياً ثلث حجم البطين الأيسرLV تقريباً في صور مقطع المحور الطويل للمسارات الخارجة من البطين الأيسر في المنطقة فوق القصية اليمنى Right Parasternal long-axis view of the LVOT (Reef, 1995b).

ويقاس قطر البطين الأيمن أيضاً في صور ثنائية الأبعاد 2DE في مقطع المحور الطويل للتجاويف الأربعة للقلب من المنطقة فوق قصية اليمنى Right parasternal long-axis four-chamber ،

وصور مقطع المحور القصير في مستوى العضلات الحليمية في المنطقة فوق القصية اليمنى Short-axis chordal level images، ويمكن أخذ قياس قطر البطين الأيمن في نهاية الانبساط وفي نهاية مرحلة الانقباض في الوضع M (Helwegen *et al.*, 2006).

أما قطر الشريان الرئوي PA فيقاس عند مستوى الصمام الرئوي في صور مقطع التدفق الداخل والخارج من البطين الأيمن RV inflow–outflow view، مع التأكيد أن يكون قطر الشريان الرئوي PA أصغر من قطر الشريان الأبهر AO، ويقاس أيضاً من صور مقطع المحور الطويل للمسارات الخارجة من البطين الأيسر في المنطقة فوق القصية اليمنى Right parasternal long-axis view of the LVOT عند مستوى الصمام الرئوي، وكذلك يمكن أخذ قياسه من صور مقطع المحور القصير للقلب، ولايوجد قيم مطلقة لقياسات قطر الشريان الرئوي PA لكن القاعدة الدائمة عند الخيول الطبيعية يجب أن يكون قطر الشريان الرئوي PA أصغر من قطر الشريان الأبهر AO (Reef *et al.*, 2004, Marr and Mark, 2011).

هذا ويؤكد كل من (Reimer, 1993, Boon, 2011) أنه يوجد علاقة بين البنى المختلفة للقلب، فسماكة جدار البطين الأيمن RVW تساوي 1/2 – 1/3 سماكة الجدار الحر للبطين الأيسر، وفي حال زيادة النسبة يكون دليلاً على تضخم البطين الأيمن. وتكون سماكة الحاجز بين بطيني IVS دائماً أكبر من سماكة جدار البطين الأيسر LVW . ويكون الحاجز بين بطيني أكثر سماكة من الجدار الحر للبطين الأيسر، ويكون ذلك أكثر وضوحاً عند الأمهار. وخلال مرحلة الانبساط يجب أن يكون الحاجز بين بطيني مستقيماً وليس منحنياً نحو أحد البطينين، وفي حال انحنائه نحو الجانب الأيمن يكون دليلاً على تحميل زائد في البطين الأيسر، أما في حال انحنائه نحو الجانب الأيسر يكون دليلاً على تحميل زائد مع ارتفاع الضغط في البطين الأيسر. ويجب أن تكون نسبة حجم البطين الأيمن إلى الأيسر في القلب الطبيعي ما يقارب

1 : 3، ونسبة قطر الأبهر إلى حجم الأذين الأيسر تقريباً متساوية أي 1 : 1، وقطر الشريان الأبهر متماثل مع قطر الشريان الرئوي.

ومن غير الممكن تحديد وجود إصابة في عضلة القلب مثل مناطق نقص التروية (الإقفار) الصغيرة ischaemia والتهاب عضلة القلب myocarditis من تخطيط صدى القلب، إلا إنه يمكن مشاهدة مناطق التليف المنتشرة extensive fibrosis، والمناطق الواسعة من التهاب عضلة القلب، والأورام النقيلة neoplastic infiltrates في عضلة القلب أو الصمامات القلبية، تظهر على شكل مناطق شديدة الصدى echogenic أو غير متجانسة الصدوية heterogeneous (Reef, 1995a).

أما بالنسبة لتغيرات الموقع والبنى تكون غالباً خلقية (ولادية) congenital السبب وأشهرها عيوب الحاجز بين بطيني. وفي حالات وجود مرض خلقي معقد في القلب ينتج عنه تشوهات في تجاويف القلب والشرايين الكبيرة، وفي أمراض القلب الخلقية يجب دائماً تحديد كل بنية من خلال خصائصها التشريحية المحددة وعلاقتها بالبنى المحيطة (Reef, 1991).

فمن خلال تخطيط صدى القلب يمكن تقييم شكل تجاويف القلب، فقد يتغير شكل البطين في حال وجود ضغط أو تحميل زائد لأي سبب كان، فيبدو مظهر البطين الأيسر كروياً والقمة المستديرة تصبح أكثر بيضاوية، بالإضافة لفقد الشكل الهلالي للمحور القصير، ويمكن أيضاً تقييم تقلصات كل من جدر التجاويف القلبية، وتقييم سماكة وحركة الصمامات القلبية (Kate and Laura, 2009, Boon, 2011, Marr and Mark, 2011).

خامساً: مواد وطرائق البحث

Materials and methods

ا- حيوانات البحث:

أجري البحث على/36/ جواداً من الخيول العربية الأصيلة والمسجلة في المنظمة العالمية للخيول العربية (WAHO)؛ /8/ أحصنة و /28/ فرساً وكان /15/ منها في النصف الأول من فترة الحمل أما /13/ الباقية فليست حوامل، وقد تراوحت أعمار هذه الخيول بين /5 – 12/ سنة وفقاً لبيانات جوازات السفر الخاصة بكل جواد، ومتوسط أوزانها بين /332±12/ كغ. وتم إجراء خطوات البحث ضمن فترتين، فترة راحة، وبعد فترة إجهاد لمدة /20/ دقيقة. وكانت هذه الخيول تابعة لأندية الفروسية وبعض الإسطبلات الخاصة في محافظتي حمص ودمشق. وأجريت هذه الدراسة في الفترة الممتدة مابين شهر نيسان من عام (2017) حتى نهاية شهر كانون الثاني لعام (2018).

وقد بدت جميع خيول البحث سليمة إكلينيكياً، ولا تعاني من أي مشكلة مرضية، وتخضع لنظام متقارب في الترييض والتغذية والإسقاء، وتم إيواؤها في إسطبلات بنظام البوكسات تحت ظروف رعاية جيدة، وأُخضعت هذه الخيول لبرنامج دوري وقائي ضد الإصابة بالطفيليات الداخلية والخارجية بإعطاء معجون الايفرمكتين Noromectin® 1.87% (Norbrook - Ireland) عن طريق الفم مرة كل /3–4/ أشهر، وكذلك لنظام وقائي في التحصين ضد بعض الأمراض المستوطنة /إنفلونزا الخيول والكزاز/ بجرعة سنوية من لقاح FLUEQIN T® (Bioveta - Czech). بالإضافة لذلك تم فحصها والتأكد من سلامتها بإجراء الفحص الإكلينيكي الشامل.

II- الأجهزة و المستلزمات المستخدمة:

1- تم استخدام عدادة نيوباور المعدلة في عد الكريات الحمر والبيض، وفق التقنية المتبعة في قسم وظائف الأعضاء في كلية الطب البيطري – جامعة حماه، وتم تقدير عدد الكريات الحمر بـ (كرية×10^6/مم^3)، والكريات البيض مقدرة بـ (كرية×10^3/مم^3).

2- استخدمت طريقة درابكن لتقدير تركيز خضاب الدم، وذلك وفق الطريقة المتبعة في قسم وظائف الأعضاء في كلية الطب البيطري – جامعة حماه، ويقدر بـ غ/دل (g/dl).

3- استخدمت طريقة الهيماتوكريت لتقييم نسبة مكداس الدم، وفق الخطوات المتبعة في قسم وظائف الأعضاء في كلية الطب البيطري – جامعة حماه، لتكون نسبة مكداس الدم مقدرة بالنسبة المئوية %.

4- كيت التروبونين القلبي cTnI: تمت معايرة التربونين القلبي I في بلازما عينات الدم المضاف إليها الهيبارين، باستخدام العتيدة (ichroma™ Tn-I, Boditech Med, Korea)، ويقدر تركيزه بـ نانوغرام في ملليتر (ng/mL).

5- كيت كرياتينين كاينار CK-MB: تمت معايرة الأنظيم CK-MB في بلازما عينات الدم المضاف إليها الهيبارين، باستخدام العتيدة (CK-MB Kit, Coral Clinical Systems, India)، ويقدر نشاطه بـالوحدة الدولية في ليتر (IU/L).

6- كيت لاكتات ديهايدروجيناز LDH : تمت معايرة الأنظيم LDH في بلازما عينات الدم المضاف إليها الهيبارين، باستخدام العتيدة (LDH Kit, Bio Systems, Spain)، ويقدر نشاطه بالوحدة الدولية في ليتر (IU/L).

وتم إنجاز التحاليل المخبرية في "مخبر العلوم للتحاليل الطبية" في مدينة حمص.

7- تم استخدام جهاز الإيكوغراف ماركة نوفيكو NOVEKO© ، موديل AMIB7v وصناعة كندية. وموديل المجس AM063، ونمط المجس ميكروكونفيكس Electronic Microconvex Probe،

ومدى التردد للمجس /2-6/ ميغاهرتز. والصور التي أخذت في هذه الدراسة كانت على عمق /18-23/ سم والتردد المستخدم /3.2 و 4/ ميغاهرتز، وتم أخذ القياسات التالية في الوضع M: LVIDd القطر الداخلي للبطين الأيسر حالة الانبساط، LVIDs القطر الداخلي للبطين الأيسر حالة الانقباض، IVSd سماكة الحاجز بين البطيني حالة الانبساط، IVSs سماكة الحاجز بين البطيني حالة الانقباض، LVFWd سماكة جدار البطين الأيسر الحرة حالة الانبساط، LVFWs سماكة جدار البطين الأيسر الحرة حالة الانقباض، ومن ثم حساب قيمة كسر التقصير للقلب Fractional Shortening FS% ، وقيمة الكسر القذفي Ejection Fraction EF%.

$$FS\ \% = \frac{(LVIDd - LVIDs)\times 100}{LVIDd} \qquad EF\ \% = \frac{(LVIDd^3 - LVIDs^3)\times 100}{LVIDd^3}$$

III-خطوات البحث:

المرحلة الأولى من البحث: في فترة الراحة At rest

1- الفحص الإكلينيكي الشامل لخيول البحث: تضمن تقييم معدل ضربات القلب في الدقيقة، ومعدل حركات التنفس في الدقيقة، ودرجة حرارة الجسم الصباحية والمسائية للمستقيم، ولون الأغشية المخاطية في الملتحمة ومخاطية الأنف، والمهبل عند الأفراس، واستخدمت اللثة لتقييم فترة إعادة امتلاء الأوعية الشعرية في الثانية.

2- جمع عينات الدم: تم جمع /10/ مل دم من الوريد الوداجي، ثم وضع /5/ مل في أنبوب يحوي مانع تخثر EDTA من أجل فحص الصورة الدموية (عد كريات الدم البيض والحمر وكمية خضاب الدم ونسبة مكداس الدم)، ووضع /5/ مل الأخرى في أنبوب يحوي مانع تخثر الهيبارين من أجل معايرة الواسمات البيولوجية للقلب (LDH – CK-MB - cTnI).

3- فحص القلب: بتطبيق طريقة الإصغاء باستخدام المسماع الطبي لتقييم معدل ضربات القلب ونظمها، ثم إجراء تخطيط صدى القلب.

المرحلة الثانية من البحث: بعد فترة الإجهاد After exercise

1- تم إجراء الترييض لجميع خيول البحث في الخبب trot ضمن حلقة لمدة / 20 / دقيقة كما هو موضح في الشكل رقم (1)، ثم تحديد معدل ضربات القلب في الدقيقة، ومعدل حركات التنفس في الدقيقة مباشرةً بعد الانتهاء من الترييض وتجفيف الجواد من العرق.

2- جمع عينات الدم: تم جمع /10/ مل دم من الوريد الوداجي، ثم وضع /5/ مل في أنبوب يحوي مانع تخثر EDTA من أجل فحص الصورة الدموية، ووضع /5/ مل الأخرى في أنبوب يحوي مانع تخثر الهيبارين من أجل معايرة الواسمات البيولوجية للقلب.

الشكل رقم (1): يظهر إجهاد الخيول من خلال الترييض في الخبب ضمن حلقة.

تقنية الفحص بالإيكوغراف (تخطيط صدى القلب):

تم إجراء تخطيط صدى القلب في مكان منخفض الإضاءة، مع الضبط والتحكم الجيّد بالجواد في وضعية الوقوف. بعدها تم قص وحلاقة شعر منطقة الإبط من الجهة اليمنى في المنطقة الواقعة ضمن الفاصل بين

الضلعي /3–5/ كما هو موضح في الشكل رقم (2). ثم جرى تنظيف الجلد باستخدام الكحول. ثم طُبقَ الهلام الخاص Gel على منطقة الفحص، وأجري الفحص بعد سحب القائمة الأمامية اليمنى إلى الأمام والخارج قليلاً، بحيث وضع المجس في المنطقة فوق القصّيّة في الفاصل بين الضلعي الرابع أو الخامس، مع إمالة قليلة للمجس بنحو/5–10/ْ عن العمودية، وللحصول على مقطع المحور القصير للقلب تم تدوير المجس بحيث أصبحت الإشارة المرجعية نحو المرفق لتقابل الساعة /4/، مع ميلان المجس قليلاً باتجاه خلفي سفلي وضغط البلورات بشكل خفيف. وتم تسجيل صور الوضع M في مقطع المحور القصير للقلب في مستوى الحبال الوتريّة.

الشكل رقم (2): يظهر مرحلة تحضير الفرس لإجراء تخطيط صدى القلب، بقص وحلاقة شعر المنطقة فوق القصية مابين الفاصل بين الضلعي الثالث حتى الخامس.

IV- التحليل الإحصائي لبيانات البحث:

تم التعبير عن النتائج من خلال الحد الأدنى والأقصى والوسيط والمتوسط والانحراف المعياري لقياسات القلب وقيم الواسمات البيولوجية للقلب، وأجريت الحسابات الإحصائية باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS (IBM SPSS Statistics version 24)، حيث استعمل اختبار One way ANOVA لدراسة تأثير العمر على المتغيرات، واستعمل اختبار T لدراسة تأثير الجنس، والحمل على المتغيرات المدروسة، واعتبرت قيمة الاحتمال $P < 0.05$ ذات دلالة إحصائية معنوية (SPSS, 2006, Arora, 2013, Cor, 2016).

سادساً: النتائج

Results

I- الفحص الإكلينيكي:

أوضح الفحص الإكلينيكي الشامل لخيول البحث أنها كانت في حالة صحية جيدة، وهذا ما ثبت من خلال فحص المؤشرات الإكلينيكية الأساسية، فقد كان متوسط درجة حرارة المستقيم الصباحية والمسائية /37.4 ± 0.20/ْ وذلك في حالة الراحة وقبل تناول العلف وشرب الماء في فترة الصباح، وقد أبدت درجة الحرارة ارتفاعاً معنوياً ($P<0.05$) بعد الإجهاد لفترة / 20 / دقيقة، حيث بلغت / 38.1 ± 0.14 /. ولدى عد الترداد التنفسي لخيول البحث في حالة الراحة فقد تم الحصول على نتيجة تعادل /14 ± 1.2/ حركة/دقيقة، وكان التنفس طبيعياً من النموذج الضلعي – البطني وفق ما يكون عند الخيول عامةً، وتميز التنفس بأوصافه الفيزيولوجية التي تعود للخيول، وقد أجري عد التنفس صباحاً بعد قياس درجة الحرارة والخيول واقفة، وقد تم تجنب كل تأثير أو ما يقلق الخيول. أما بعد الإجهاد فقد ارتفع معدل ترداد التنفس ليبلغ /20 ± 2.3/ حركة/دقيقة، وقد كان هذا الارتفاع معنوياً ($P<0.05$)، وبالإصغاء غير المباشر إلى منطقة القلب تم تسجيل متوسط معدل ضربات القلب الذي بلغ في حالة الراحة وقبل الإجهاد / 37 ± 5 / ضربة/دقيقة، وارتفع هذا المعدل بعد الإجهاد ليبلغ /47 ± 7/ ضربة/دقيقة، وقد كانت نسبة ارتفاع معدل ضربات القلب نحو 12–13 %، وكانت الضربات منتظمة وقوية. وقد أجري فحص الأغشية المخاطية التي تضمنت الملتحمة واللثة ومخاطية الأنف، ومخاطية المهبل عند الأفراس، حيث بدت هذه المخاطيات بلون وردي مائل للزهري، مع ملاحظة أن مخاطية الأنف ظهرت بلون أغمق نسبياً بالمقارنة مع الملتحمة. وقد تم تقييم فترة عودة امتلاء الأوعية الشعرية CRT بالضغط على اللثة بالإبهام وتسجيل الفترة اللازمة لعودة لون اللثة الطبيعي مكان الضغط، وكان الوقت اللازم هو /1 – 2/ ثانية.

II-الصورة الدموية:

وفيما يلي الجدول رقم (1) الذي يوضح قيم المعايير الدموية وفق ما أظهرته نتائج التحاليل المخبرية لعينات الدم المأخوذة في فترتي الراحة وبعد الإجهاد.

الجدول رقم (1): يبين قيم المعايير الدموية لخيول البحث في فترتي الراحة وما بعد الإجهاد:

المعايير الدموية	فترة الراحة At rest	بعد الإجهاد after exercise
RBCs ($\times 10^6$ /mm^3)	5.5 ± 0.40	5.8 ± 0.50
Hb (g/dL)	11.6 ± 1.00	12 ± 1.00
PCV (%)	35.7 ± 3.00	37.4 ± 4.00
WBCs ($\times 10^3$ /mm^3)	6.5 ± 1.30	7.1 ± 1.30
Neutro. ($\times 10^3$ /mm^3)	3.7 ± 0.10	4.2 ± 0.90
Eosino. ($\times 10^3$ /mm^3)	0.1 ± 0.10	0.1 ± 0.01
Baso. ($\times 10^3$ /mm^3)	0.02 ± 0.01	0.02 ± 0.02
Lympho. ($\times 10^3$ /mm^3)	2.5 ± 0.60	2.6 ± 0.50
Mono. ($\times 10^3$ /mm^3)	0.17 ± 0.07	0.18 ± 0.08

III- الواسمات البيولوجية للقلب:

وفيما يلي الجدول رقم (2) يوضح نتائج معايرة الواسمات البيولوجية للقلب قبل وبعد الإجهاد.

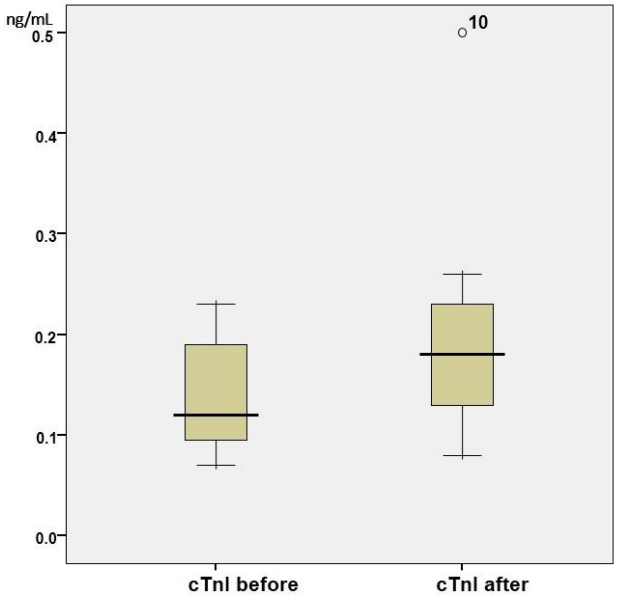
الجدول رقم (2): يبين قيم الواسمات البيولوجية للقلب لخيول البحث في فترتي الراحة وما بعد الإجهاد:

n = 36	Min	Max	Median	Mean	SD	Std. Error Mean	Sig.
cTnI before (ng/mL)	0.07	0.23	0.12	0.14	0.055	0.009	0.00 **
cTnI after (ng/mL)	0.08	0.26	0.16	0.17	0.057	0.013	
CK-MB before (IU/L)	10	79	37	40.54	22.01	4.2	0.00 **
CK-MB after (IU/L)	12	117	45	52.69	27.03	5.1	
LDH before (IU/L)	185	519	337	348.66	97.60	21.3	0.00 **
LDH after (IU/L)	268	740	433	436.0	113.2	18.9	

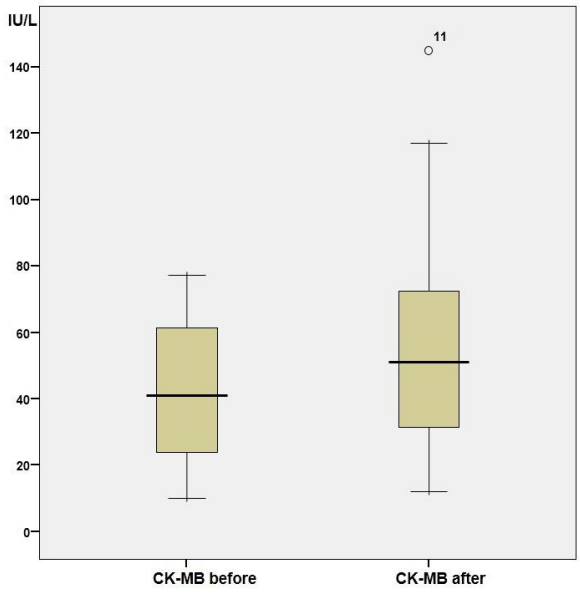
n، عدد الخيول؛ Min، قيمة الحد الأدنى؛ Max، أقصى قيمة؛ Median، الوسيط، Mean، المتوسط ؛ SD، الانحراف المعياري؛ sig.، المعنوية؛ **، فروق عالية معنوية **(P < 0.01)**

حيث أظهرت النتائج وجود فروق معنوية عالية بين قيم الواسمات البيولوجية للقلب في فترة الراحة وبين قيمها بعد الإجهاد لدى جميع خيول البحث.

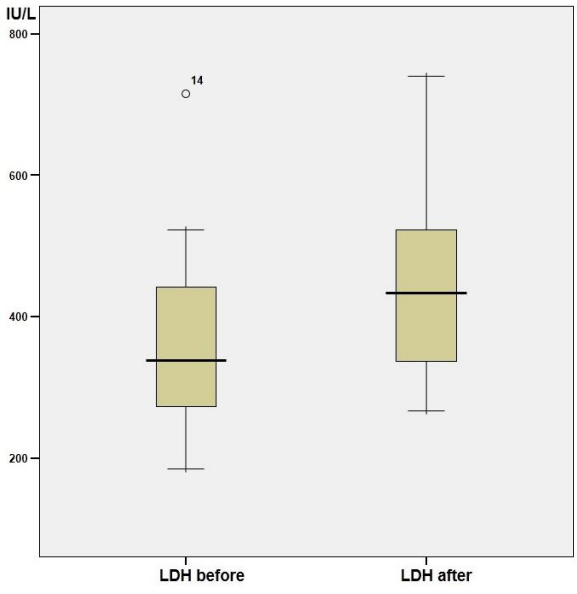
وفيما يلي المخططات (1) و (2) و (3) توضح توزع قيم الواسمات البيولوجية للقلب الواردة في الجدول السابق.



مخطط رقم (1): يوضح توزع قيم cTnI في حالة الراحة وبعد الإجهاد.



مخطط رقم (2): يوضح توزع قيم CK-MB في حالة الراحة وبعد الإجهاد.



مخطط رقم (3): يوضح توزع قيم LDH في حالة الراحة وبعد الإجهاد.

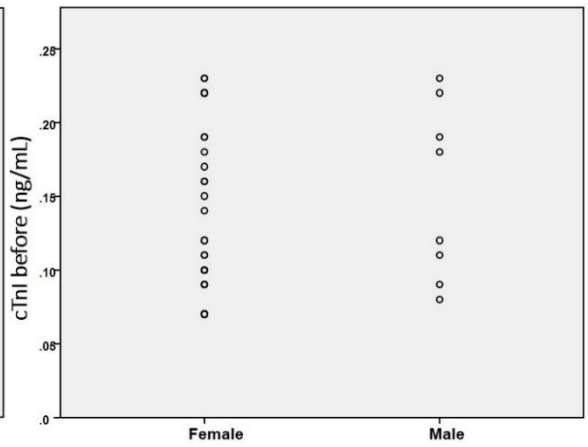
أما فيما يتعلق بنتائج معايرة الواسمات البيولوجية للقلب على أساس الجنس لخيول البحث فهي موضحة في الجدول رقم (3).

الجدول رقم (3): يبين معنوية التغيرات في قيم الواسمات البيولوجية للقلب على أساس الجنس في فترتي الراحة وما بعد الإجهاد:

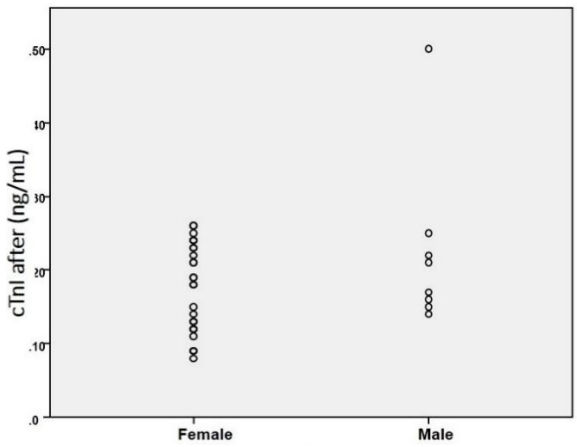
sex		n	Mean	SD	Std. Error Mean	Sig.
cTnI before (ng/mL)	Female	28	0.14	0.054	0.010	0.214 NS
	Male	8	0.15	0.059	0.021	
cTnI after (ng/mL)	Female	28	0.17	0.059	0.011	0.214 NS
	Male	8	0.23	0.117	0.042	
CK-MB before (IU/L)	Female	28	38.32	24.6	4.6	0.214 NS
	Male	8	57.74	21.9	7.8	
CK-MB after (IU/L)	Female	28	53.14	31.8	6.0	0.214 NS
	Male	8	63.91	26.1	9.2	
LDH before (IU/L)	Female	28	383.0	125.6	23.7	0.214 NS
	Male	8	316.9	130.6	46.2	
LDH after (IU/L)	Female	28	443.4	109.0	20.6	0.214 NS
	Male	8	410.0	131.3	46.4	

n، عدد الخيول؛ Mean، المتوسط ؛ SD، الانحراف المعياري؛ .sig، المعنوية؛ NS، فروق غير معنوية **(P > 0.05)**

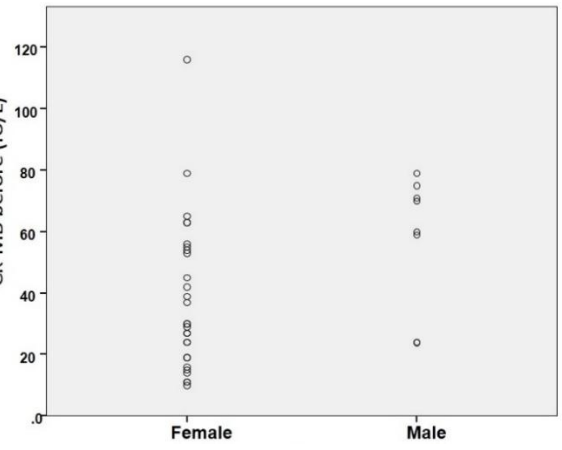
من خلال الجدول السابق تبين عدم وجود فروق معنوية فيما يتعلق بقيم الواسمات القلبية ذات علاقة بجنس الخيول في كل من مرحلة الراحة وبعد الإجهاد. وفيما يلي المخططات ذات الأرقام (4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 9) توضح قيم الواسمات البيولوجية للقلب حسب الجنس والواردة في الجدول السابق.



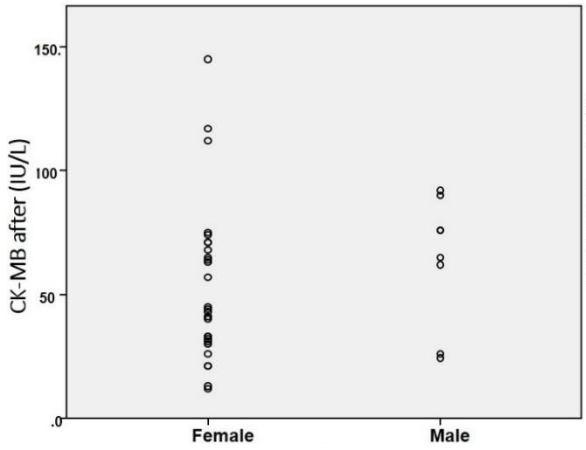
مخطط رقم (4): يوضح توزع قيم cTnI على أساس الجنس في حالة الراحة.



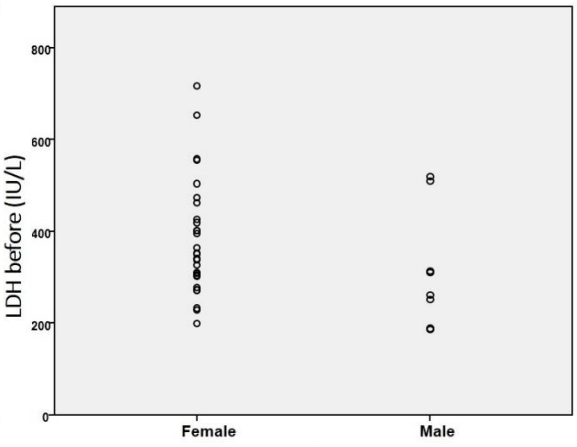
مخطط رقم (5): يوضح توزع قيم cTnI على أساس الجنس بعد الإجهاد.



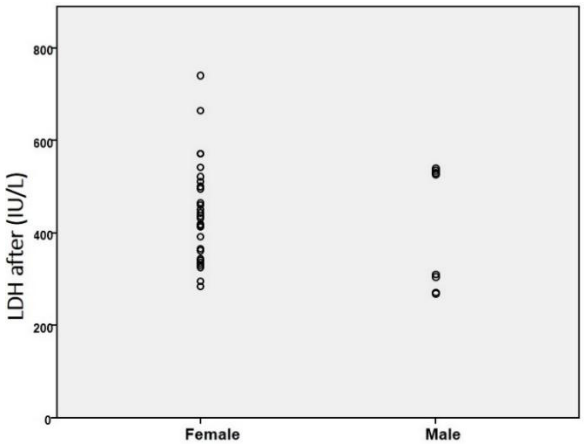
مخطط رقم (6): يوضح توزع قيم CK-MB على أساس الجنس في حالة الراحة.



مخطط رقم (7): يوضح توزع قيم CK-MB على أساس الجنس بعد الإجهاد.



مخطط رقم (8): يوضح توزع قيم LDH على أساس الجنس في حالة الراحة.



مخطط رقم (9): يوضح توزع LDH على أساس الجنس بعد الإجهاد.

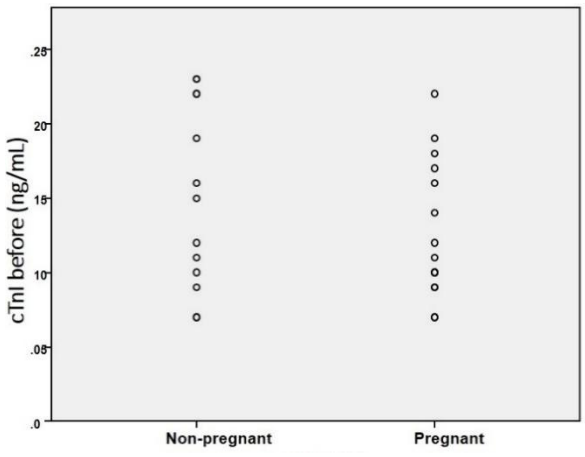
أما فيما يتعلق بالنتائج التي حصلنا عليها من معايرة الواسمات البيولوجية للقلب وعلاقتها مع الحمل عند أفراس البحث فهي موضحة في الجدول رقم (4).

الجدول رقم (4): يبين التغيرات في قيم الواسمات البيولوجية للقلب على أساس الحمل عند الأفراس في فترتي الراحة وما بعد الإجهاد:

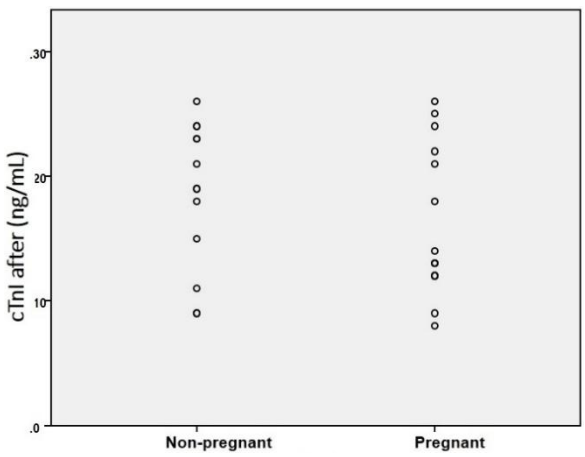
Mares		n	Mean	SD	Std. Error Mean	Sig.
cTnI before (ng/mL)	Non-pregnant	13	0.15	0.062	0.017	0.214 NS
	Pregnant	15	0.13	0.047	0.012	
cTnI after (ng/mL)	Non-pregnant	13	0.19	0.059	0.016	0.214 NS
	Pregnant	15	0.16	0.060	0.015	
CK-MB before (IU/L)	Non-pregnant	13	43.92	18.20	5.05	0.214 NS
	Pregnant	15	33.47	28.73	7.42	
CK-MB after (IU/L)	Non-pregnant	13	53.23	21.85	6.06	0.214 NS
	Pregnant	15	53.07	39.19	10.12	
LDH before (IU/L)	Non-pregnant	13	405.5	94.6	26.2	0.214 NS
	Pregnant	15	363.6	148.0	38.2	
LDH after (IU/L)	Non-pregnant	13	470.0	70.2	19.5	0.214 NS
	Pregnant	15	420.4	132.2	34.1	

n، عدد الخيول؛ Mean، المتوسط ؛ SD، الانحراف المعياري؛ sig.، المعنوية؛ NS، فروق غير معنوية **(P > 0.05)**

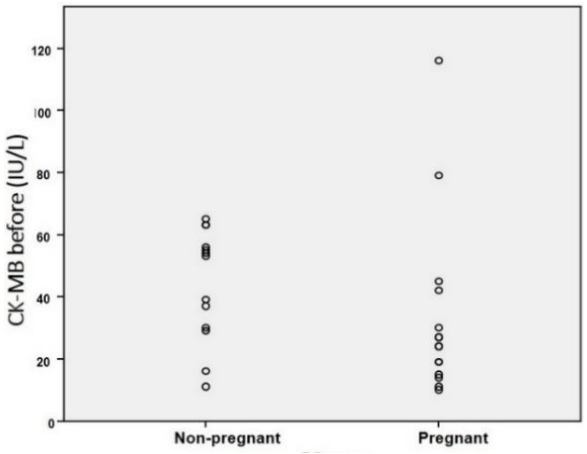
ومن خلال دراسة النتائج تبين عدم وجود فروق معنوية في قيم الواسمات البيولوجية للقلب بين الأفراس الحوامل وغير الحوامل في حالة الراحة وبعد الإجهاد. وفيما يلي المخططات ذات الأرقام (10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15) توضح توزع قيم الواسمات البيولوجية للقلب على أساس الحمل عند الأفراس.



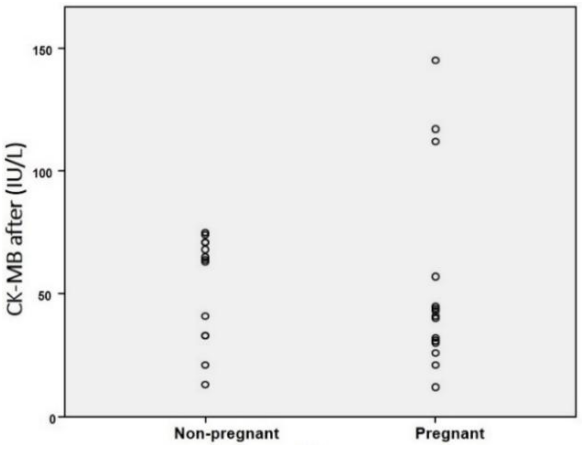
مخطط رقم (10): يوضح توزع قيم cTnI على أساس الحمل في حالة الراحة.



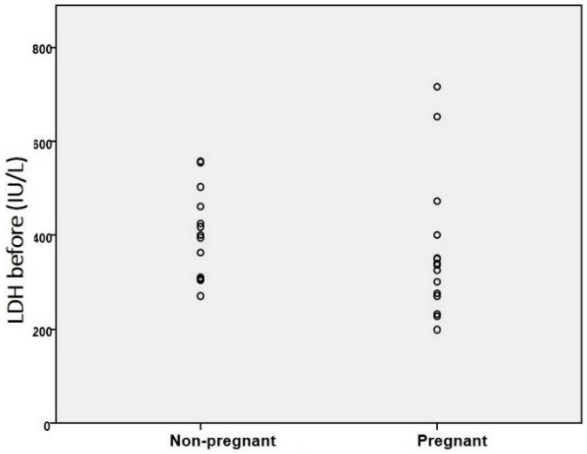
مخطط رقم (11): يوضح توزع قيم cTnI على أساس الحمل بعد الإجهاد.



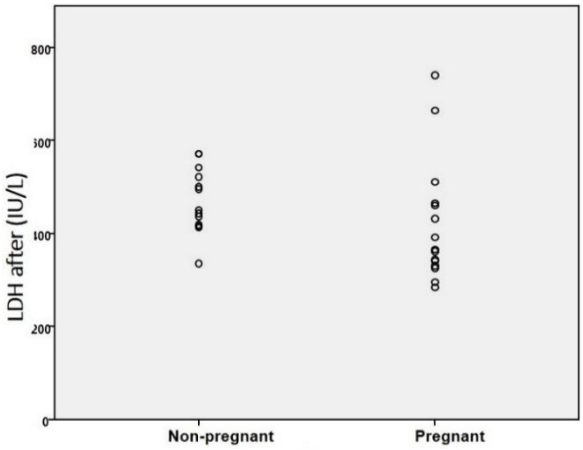
مخطط رقم (12): يوضح توزع قيم CK-MB على أساس الحمل في حالة الراحة.



مخطط رقم (13): يوضح توزع قيم CK-MB على أساس الحمل بعد الإجهاد.



مخطط رقم (14): يوضح توزع قيم LDH على أساس الحمل في حالة الراحة.



مخطط رقم (15): يوضح توزع قيم LDH على أساس الحمل بعد الإجهاد.

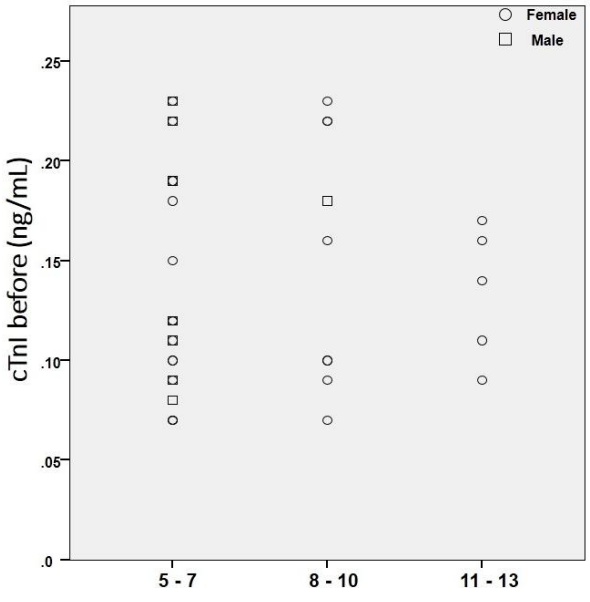
أما نتائج معايرة الواسمات البيولوجية للقلب وفقاً للمجموعات العمرية لخيول البحث فهي موضحة في الجدول رقم (5).

الجدول رقم (5): يبين التغيرات في قيم الواســـمات البيولوجية للقلب تبعاً للمجموعات العمرية في فترتي الراحة وما بعد الإجهاد:

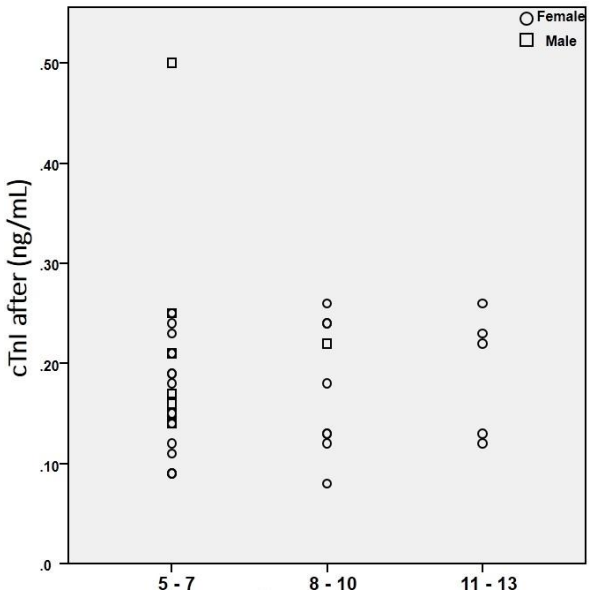
Age groups		cTnI before (ng/mL)	cTnI after (ng/mL)	CK-MB Before (IU/L)	CK-MB after (IU/L)	LDH before (IU/L)	LDH after (IU/L)
5 – 7 years n = 22	Mini	0.07	0.09	11.0	13.0	188	270
	Max	0.23	0.50	79.0	117.0	557	571
	Mean	0.139	0.185	46.22	54.15	369.3	443.8
	SD	0.057	0.087	22.49	28.24	106.4	92.9
8 – 10 years n = 9	Min	0.07	0.08	11.0	32.0	185	268
	Max	0.23	0.26	70.0	112.0	716	740
	Mean	0.152	0.178	34.11	56.11	400.4	458.9
	SD	0.063	0.065	16.75	25.09	188.57	161.4
11 – 13 years n = 5	Min	0.09	0.12	10.0	12.0	199	284
	Max	0.17	0.26	116.0	145.0	395	465
	Mean	0.134	0.192	42.20	60.60	306.2	360.4
	SD	0.033	0.063	45.30	51.90	74.4	78.0
Sig.		0.214 NS	0.214 NS	0.214 NS	0.214 NS	0.214 NS	0.214 NS

n، عدد الخيول؛ Mean، المتوسط ؛ SD، الانحراف المعياري؛ .sig، المعنوية؛ NS، فروق غير معنوية **(P > 0.05)**

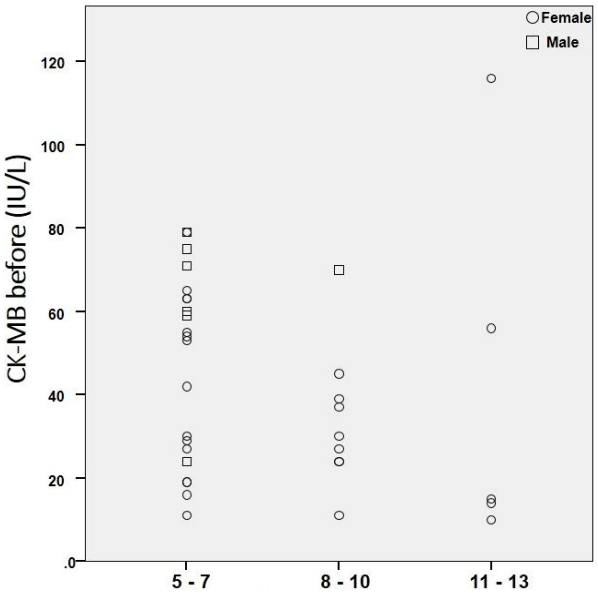
حيث بينت النتائج السابقة عدم وجود فروق معنوية في قيم الواسمات البيولوجية للقلب حسب المجموعات العمرية الثلاث لخيول البحث في حالتي الراحة وبعد الإجهاد. وفيما يلي المخططات ذات الأرقام (16 – 17 – 18 – 19 – 20 – 21) توضح توزع قيم الواسمات البيولوجية للقلب تبعاً للمجموعات العمرية.



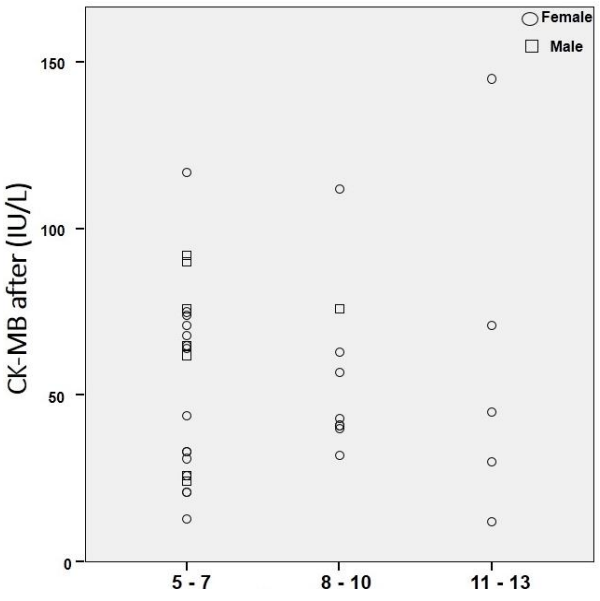
مخطط رقم (16): يوضح توزع قيم cTnI حسب المجموعة العمرية في حالة الراحة.



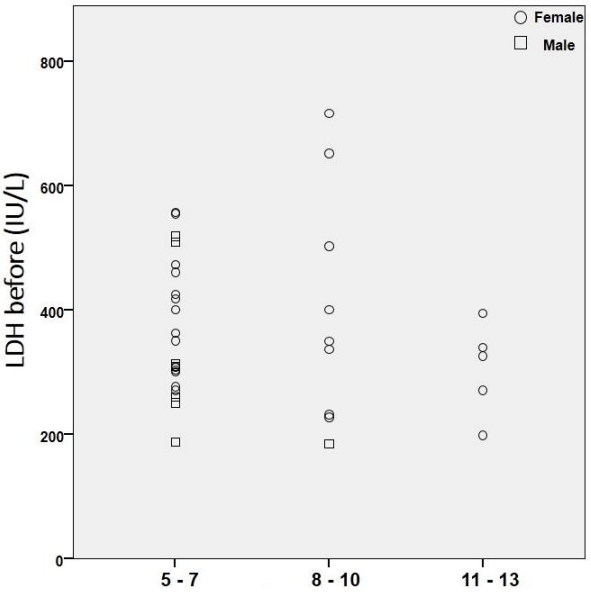
مخطط رقم (17): يوضح توزع قيم cTnI حسب المجموعة العمرية بعد الإجهاد.



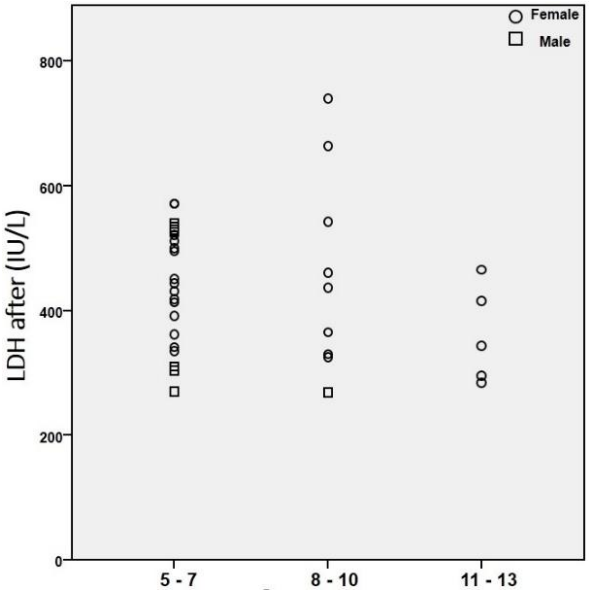
مخطط رقم (18): يوضح توزع قيم CK-MB حسب المجموعة العمرية في حالة الراحة.



مخطط رقم (19): يوضح توزع قيم CK-MB حسب المجموعة العمرية بعد الإجهاد.



مخطط رقم (20): يوضح توزع قيم LDH حسب المجموعة العمرية في حالة الراحة.



مخطط رقم (21): يوضح توزع قيم LDH حسب المجموعة العمرية بعد الإجهاد.

I – قياسات تخطيط صدى القلب لخيول البحث:

حيث تم تسجيل قياسات تخطيط صدى القلب عند خيول البحث وكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول رقم (6).

الجدول رقم (6): يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند خيول البحث:

n = 36	Min	Max	Median	Mean	SD	CV%
LVIDd (cm)	9.2	11.8	10.95	10.92	0.59	5.4
LVIDs (cm)	6.0	7.5	6.80	6.82	0.40	5.9
IVSd (cm)	2.2	3.2	2.60	2.63	0.19	7.3
IVSs (cm)	3.4	4.8	3.80	3.92	0.32	8.2
LVFWd (cm)	1.9	2.9	2.10	2.18	0.20	9.3
LVFWs (cm)	2.7	4.4	3.30	3.35	0.30	9.1
FS %	34.51	39.81	37.49	37.52	1.27	3.4
EF %	71.92	78.20	75.58	75.58	1.50	2

n، عدد الخيول؛ Min، قيمة الحد الأدنى؛ Max، أقصى قيمة؛ Median، الوسيط؛ Mean، المتوسط؛ SD، الانحراف المعياري؛ CV، معامل الاختلاف.

وقد تم إجراء تخطيط صدى القلب باستخدام الإيكوغراف كما هو موضح في الشكل رقم (3).

الشكل رقم (3): يظهر إجراء تخطيط صدى القلب لحصان عربي، في المنطقة فوق القصية اليمنى في الفاصل بين الضلعي الرابع.

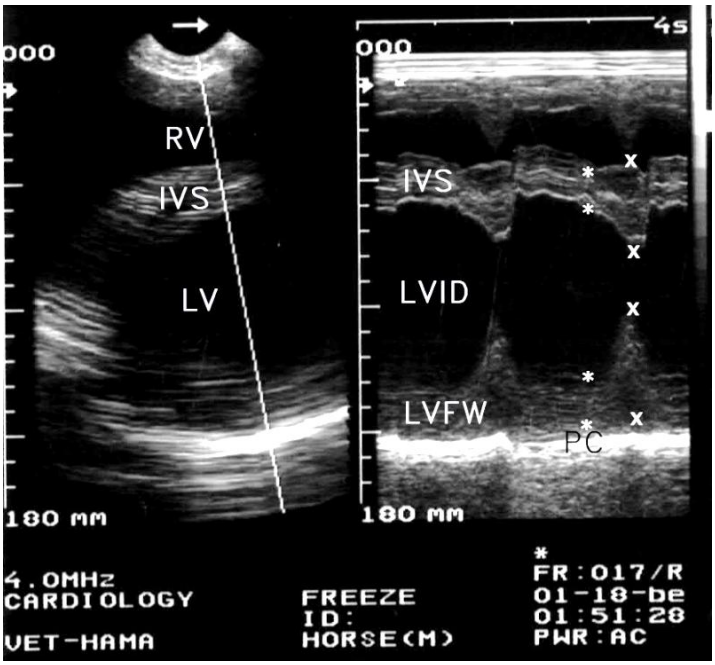
- تأثير الجنس على قياسات القلب:

الجدول رقم (7): يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند الأفراس:

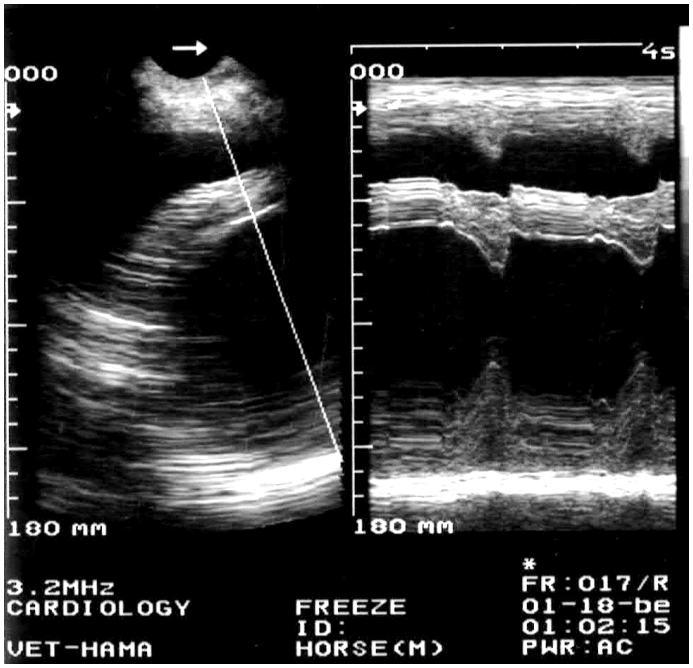
Mares n = 28	Min	Max	Mean	SD	CV%
LVIDd (cm)	9.2	11.8	10.99	0.65	6
LVIDs (cm)	6.0	7.5	6.89	0.42	6.1
IVSd (cm)	2.2	3.2	2.65	0.21	7.9
IVSs (cm)	3.4	4.8	3.99	0.34	8.5
LVFWd (cm)	1.9	2.9	2.21	0.22	9.9
LVFWs (cm)	2.7	4.4	3.39	0.33	9.8
FS %	34.51	39.25	37.25	1.15	3.1
EF %	71.92	77.58	75.27	1.38	1.8

n، عدد الخيول؛ Min، قيمة الحد الأدنى؛ Max، أقصى قيمة؛ Mean، المتوسط؛ SD، الانحراف المعياري؛ CV، معامل الاختلاف.

وفي الشكلين رقم (4 و 5) تم عرض صور تخطيط صدى القلب عند إحدى أفراس البحث.



الشكل رقم (4): تخطيط صدى القلب في الوضع B–M، المقطع المستعرض للقلب، من المنطقة فوق القصّيّة اليمنى في الفاصل بين الضلعي الرابع عند فرس عربية سليمة إكلينيكياً على التردد 4 ميغاهرتز. وتدل الرموز RV؛ البطين الأيمن، LV؛ البطين الأيسر، IVS؛ الحاجز البين بطيني، LVFW؛ الجدار الحر للبطين الأيسر، PC؛ التامور. وتشير (*) إلى نهاية الانبساط، و(×) إلى ذروة الانقباض.



الشكل رقم (5): تخطيط صدى القلب في الوضع B–M، المقطع المستعرض للقلب، من المنطقة فوق القصّيّة اليمنى في الفاصل بين الضلعي الرابع عند فرس سليمة إكلينيكياً على التردد 3.2 ميغاهرتز.

الجدول رقم (8): يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند الأحصنة:

Males n = 8	Min	Max	Median	Mean	SD	CV%
LVIDd (cm)	10.5	10.9	10.69	10.69	0.15	1.4
LVIDs (cm)	6.4	6.8	6.58	6.58	0.13	1.9
IVSd (cm)	2.5	2.6	2.55	2.55	0.05	2.1
IVSs (cm)	3.6	3.8	3.70	3.70	0.05	1.4
LVFWd (cm)	2.0	2.1	2.08	2.08	0.05	2.2
LVFWs (cm)	3.1	3.3	3.20	3.20	0.05	1.7
FS %	36.79	39.81	38.47	38.47	1.25	3.4
EF %	74.75	78.20	76.68	76.68	1.43	1.9

n، عدد الخيول؛ Min، قيمة الحد الأدنى؛ Max، أقصى قيمة؛ Mean، المتوسط؛ SD، الانحراف المعياري؛ CV، معامل الاختلاف.

الجدول رقم (9): يبين التغيرات في قياسات القلب عند الخيول باختلاف الجنس:

Sex		n	Mean	SD	Std. Error Mean	Sig.
LVIDd	Mares	28	10.986	0.6547	0.1237	0.214 NS
	Male	8	10.688	0.1458	0.0515	
LVIDs	Mares	28	6.893	0.4233	0.0800	0.045 *
	Male	8	6.575	0.1282	0.0453	
IVSd	Mares	28	2.654	0.2099	0.0397	0.180 NS
	Male	8	2.550	0.0535	0.0189	
IVSs	Mares	28	3.986	0.3374	0.0638	0.024 *
	Male	8	3.700	0.0535	0.0189	
LVFWd	Mares	28	2.207	0.2193	0.0414	0.103 NS
	Male	8	2.075	0.0463	0.0164	
LVFWs	Mares	28	3.389	0.3337	0.0631	0.123 NS
	Male	8	3.200	0.0535	0.0189	
FS	Mares	28	37.2501	1.1538	0.2180	0.014 *
	Male	8	38.4736	1.2510	0.4423	
EF	Mares	28	75.2676	1.3832	0.2614	0.016 *
	Male	8	76.6839	1.4327	0.5065	

*، فروق معنوية متوسطة **(P < 0.05)**؛ NS، فروق غير معنوية **(P > 0.05)**

– تأثير الحمل عند الأفراس على قياسات القلب:

الجدول رقم (10): يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند الأفراس غير الحوامل:

Non-pregnant mares					
n = 13	Min	Max	Mean	SD	CV%
LVIDd (cm)	10.2	11.8	11.05	0.52	4.7
LVIDs (cm)	6.4	7.5	6.96	0.42	6
IVSd (cm)	2.2	3.2	2.69	0.27	9.9
IVSs (cm)	3.6	4.8	4.11	0.42	10.2
LVFWd (cm)	1.9	2.9	2.26	0.30	13.1
LVFWs (cm)	3.1	4.4	3.48	0.39	11.3
FS %	34.51	39.25	37.00	1.40	3.8
EF %	71.92	77.58	74.97	1.68	2.2

n، عدد الخيول؛ Min، قيمة الحد الأدنى؛ Max، أقصى قيمة؛ Mean، المتوسط؛ SD، الانحراف المعياري؛ CV، معامل الاختلاف.

الجدول رقم (11): يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند الأفراس الحوامل:

Pregnant mares					
n = 15	Min	Max	Mean	SD	CV%
LVIDd (cm)	9.2	11.7	10.93	0.77	7
LVIDs (cm)	6.0	7.3	6.83	0.43	6.3
IVSd (cm)	2.3	2.8	2.62	0.15	5.6
IVSs (cm)	3.4	4.1	3.88	0.21	5.4
LVFWd (cm)	1.9	2.3	2.16	0.11	5.2
LVFWs (cm)	2.7	3.7	3.31	0.26	8
FS %	34.78	38.39	37.46	0.88	2.4
EF %	72.26	76.62	75.53	1.06	1.4

n، عدد الخيول؛ Min، قيمة الحد الأدنى؛ Max، أقصى قيمة؛ Mean، المتوسط؛ SD، الانحراف المعياري؛ CV، معامل الاختلاف.

الجدول رقم (12): يبين التغيرات في قياسات القلب عند الأفراس الحوامل وغير الحوامل:

Mares		N	Mean	SD	Std. Error Mean	Sig.
LVIDd	Non-pregnant	13	11.046	0.5222	0.1448	0.658 NS
	Pregnant	15	10.933	0.7659	0.1978	
LVIDs	Non-pregnant	13	6.962	0.4194	0.1163	0.435 NS
	Pregnant	15	6.833	0.4320	0.1116	
IVSd	Non-pregnant	13	2.692	0.2660	0.0738	0.373 NS
	Pregnant	15	2.620	0.1474	0.0380	
IVSs	Non-pregnant	13	4.108	0.4192	0.1163	0.074 NS
	Pregnant	15	3.880	0.2077	0.0536	
LVFWd	Non-pregnant	13	2.262	0.2959	0.0821	0.228 NS
	Pregnant	15	2.160	0.1121	0.0289	
LVFWs	Non-pregnant	13	3.477	0.3919	0.1087	0.201 NS
	Pregnant	15	3.313	0.2642	0.0682	
FS	Non-pregnant	13	37.0034	1.4021	0.3889	0.301 NS
	Pregnant	15	37.4639	0.8814	0.2276	
EF	Non-pregnant	13	74.9650	1.6750	0.4646	0.290 NS
	Pregnant	15	75.5299	1.0613	0.2740	

NS، فروق غير معنوية **(P > 0.05)**

تأثير العمر على قياسات القلب:

الجدول رقم (13): يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند خيول المجموعة العمرية الأولى:

Age groups 1 / 5 – 7 / years					
n = 22	Min	Max	Mean	SD	CV%
LVIDd (cm)	9.2	11.8	10.70	0.64	5.9
LVIDs (cm)	6.0	7.5	6.68	0.41	6.2
IVSd (cm)	2.2	3.2	2.57	0.21	8.1
IVSs (cm)	3.4	4.5	3.81	0.26	6.8
LVFWd (cm)	1.9	2.5	2.10	0.14	6.7
LVFWs (cm)	2.7	3.8	3.24	0.26	7.9
FS %	34.78	39.81	37.59	1.32	3.5
EF %	72.26	78.20	75.66	1.55	2.1

n، عدد الخيول؛ Min، قيمة الحد الأدنى؛ Max، أقصى قيمة؛ Mean، المتوسط؛ SD، الانحراف المعياري؛ CV، معامل الاختلاف.

الجدول رقم (14): يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند خيول المجموعة العمرية الثانية:

Age groups 2 / 8 – 10 / years					
n = 9	Min	Max	Mean	SD	CV%
LVIDd (cm)	10.7	11.5	11.18	0.25	2.3
LVIDs (cm)	6.5	7.4	7.01	0.28	3.9
IVSd (cm)	2.5	2.8	2.68	0.10	3.6
IVSs (cm)	3.7	4.6	4.06	0.33	8.1
LVFWd (cm)	2.1	2.6	2.24	0.18	8.1
LVFWs (cm)	3.2	3.7	3.46	0.19	5.6
FS %	34.51	39.25	37.29	1.48	4
EF %	71.92	77.58	75.30	1.78	2.4

n، عدد الخيول؛ Min، قيمة الحد الأدنى؛ Max، أقصى قيمة؛ Mean، المتوسط؛ SD، الانحراف المعياري؛ CV، معامل الاختلاف.

الجدول رقم (15): يبين قياسات تخطيط صدى القلب عند خيول المجموعة العمرية الثالثة:

Age groups 3 / 11 – 13 / years					
n = 5	Min	Max	Mean	SD	CV%
LVIDd (cm)	11.0	11.7	11.42	0.30	3
LVIDs (cm)	6.9	7.3	7.12	0.20	3
IVSd (cm)	2.7	3.0	2.80	0.12	4
IVSs (cm)	3.8	4.8	4.18	0.37	9
LVFWd (cm)	2.2	2.9	2.40	0.28	12
LVFWs (cm)	3.3	4.4	3.64	0.44	12
FS %	37.07	38.39	37.65	0.53	1
EF %	75.08	76.62	75.76	0.61	1

n، عدد الخيول؛ Min، قيمة الحد الأدنى؛ Max، أقصى قيمة؛ Mean، المتوسط؛ SD، الانحراف المعياري؛ CV، معامل الاختلاف.

الجدول رقم (16): يبين التغيرات في قياسات القلب عند الخيول باختلاف العمر:

Age	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
LVIDd * age groups	2.913	2	1.456	5.133	0.011 *
LVIDs * age groups	1.227	2	0.613	4.647	0.017 *
IVSd * age groups	0.237	2	0.119	3.766	0.034 *
IVSs * age groups	0.774	2	0.387	4.514	0.018 *
LVFWd * age groups	0.420	2	0.210	6.915	0.003 **
LVFWs * age groups	0.805	2	0.402	5.429	0.009 **
FS * age groups	0.664	2	0.332	0.197	0.822 NS
EF * age groups	0.988	2	0.494	0.210	0.811 NS

*، فروق معنوية بسيطة **(P < 0.05)**؛ **، فروق معنوية متوسطة **(P < 0.01)**؛ NS، فروق غير معنوية **(P > 0.05)**

سابعاً: المناقشة

Discussion

يشير معظم الباحثين إلى أن أمراض القلب والجهاز الوعائي عند الخيول قليلة المصادفة نسبياً بالمقارنة مع الأنواع الأخرى من الحيوانات، وهي تشكل نسبة منخفضة إذا ما قورنت مع الأمراض غير المعدية والجهازية الأخرى، وعلى الرغم من ذلك فهي تتميز بأهمية كبيرة، نظراً لأنها تُسفر عن تدني في أداء الخيول، وعدم التحمل والكبو أحياناً جراء التعب السريع إثر الترييض أو الإجهاد الشاق، ويبدي الحيوان المريض بعض الأعراض النوعية التي تؤثر سلباً في أدائه كالزلة التنفسية، والخفقان البطيني، والسعال المتقطع، والوذمات المنتشرة في أسفل البطن بسبب ضعف النشاط القلبي واضطراب وظيفته الدورانية، وبالتالي نقص الأكسجة وزراق المخاطيات المرئية، وقد يحدث النفوق المفاجئ أحياناً بسبب القصور القلبي الحاد أو الاحتقاني، وتتطور أمراض القلب إما عن عيوب تشريحية ولادية، أو وظيفية، أو كنتيجة لإصابات مرضية مختلفة (Reed *et al.*, 2017).

وتعد الدراسة التي أجريناها من الدراسات الهامة التي تم إنجازها ولأول مرة من نوعها في سورية في مجال تقييم الحالة الوظيفية للقلب عند الخيول العربية، وذلك باستخدام تقنية تخطيط صدى القلب Echocardiography، إلى جانب معايرة بعض الواسمات البيولوجية النوعية للقلب، آميلين أن تصبح نتائجنا قياسات مرجعية ومعتمدة من أجل مقارننتها مستقبلاً بالنتائج المرضية.

1- المؤشرات الإكلينيكية:

قبل القيام بإجراءات فحص القلب عمدنا إلى تقييم المؤشرات الإكلينكية الأساسية لخيول البحث بهدف الوقوف على سلامتها، والتي تضمنت قياس درجة الحرارة، وضبط معدلات ضربات القلب، وترداد التنفس، وتقصي حالة الأغشية المخاطية المرئية في حالتي الراحة وبعد الإجهاد، وضبط الفترة اللازمة لإعادة إمتلاء الأوعية الشعرية.

بلغ متوسط درجة حرارة المستقيم الصباحية والمسائية في حالة الراحة /37.4 ± 0.20/ْ، وقد بدا أدنى من الطبيعي بمقدار /0.20 – 0.30/ْ وكان ذلك مرتبطاً بحالة الطقس السائدة خلال فترة إجراء البحث وهذا ما توافق مع ما أشارت إليه نتائج (Smith, 2015, Susan and Michael, 2016). إلا إن متوسط درجة الحرارة سجل ارتفاعاً طفيفاً إثر الإجهاد لفترة /20/ دقيقة ليبلغ /38.1 ± 0.14/ْ، وقد بدا هذا الارتفاع معنوياً ($P<0.05$)، وقد بقيت درجة الحرارة مرتفعة عن المستوى الطبيعي لساعة من الزمن تقريباً إلى حين انتقال الخيول إلى حالة الراحة. ويفسر ذلك بازدياد معدل ضربات القلب تحت تأثير الأدرينالين، وتضاعف النشاط الدوراني الدموي الذي يعد عاملاً من عوامل دعم العضوية بالحرارة (McKeever *et al.*, 2010, Hall, 2011)، هذا بالإضافة لارتفاع مستوى إستقلاب وأكسدة الغليكوجين في الجهاز العضلي الهيكلي (Kelly, 1984). ويشير ارتفاع درجة الحرارة عند خيول البحث بمقدار /0.8– 1.0/ْ فوق المجال الطبيعي بعد الإجهاد ثم انخفاضها في حالة الراحة ببقاء آلية فقدان الحرارة بالإشعاع بحالة نشطة وفعالة (Smith, 2015).

ولدى تقييم ترداد التنفس عند خيول البحث في حالة الراحة تم تسجيل نتائج موازية للمعدلات المرجعية، إذ بلغ ترداده /14 ± 1.2/ حركة/دقيقة، وازداد هذا الترداد إثر الإجهاد ليبلغ /20 ± 2.3/ حركة/دقيقة،

ويمكن تفسير هذا الارتفاع المعنوي ($P<0.05$) أنه حدث كنتيجة فيزيولوجية من أجل زيادة إمداد العضوية بالأوكسجين والغذيات تلبيةً لارتفاع معدل الاستقلاب والأكسدة في العضلات (Radostits *et al.*, 2000).

أما متوسط ضربات القلب فقد بلغ في حالة الراحة /37±5/ ضربة/دقيقة، ثم ارتفع بعد الإجهاد ليبلغ /47±7/ ضربة/دقيقة ثم عاد سريعاً إلى حالته ماقبل الإجهاد، وإن سرعة عودة معدلات القلب إلى طبيعتها بعد الإجهاد وخلال فترة قصيرة دلالة على حسن سير وظيفة القلب عند الخيول (Radostits *et al.*, 2000). وقد ارتفع معدل ضربات القلب من أجل رفع النتاج القلبي في مستهل فترة الترييض أو الإجهاد ليبقى بحالة ثابتة لفترة نحو /2–3/ دقائق، وهذه الزيادة مرتبطة بنشاط الأعصاب الودية وتحرر الكاتوكولامينات Catecholamines بسبب الإجهاد (Frandson *et al.*, 2009).

ولدى التدقيق في الأغشية المخاطية المرئية والتي تضمنت الملتحمة ومخاطية الأنف، ومخاطية المهبل عند الأفراس تبين أنها في حالة طبيعية، إذ بدت زهرية اللون رطبة ولامعة، الأمر الذي يعكس حسن سير وظائف الدوران الدموي والتنفس عند الخيول (Ettinger and Feldman, 2006). وكانت نتائج تقييم زمن عودة امتلاء الأوعية الشعرية CRT في مخاطية اللثة ضمن المجال الطبيعي، إذ استغرق /1–2/ ثانية من الوقت، نظراً لأن امتداد هذه الفترة لأكثر من ذلك إنما يدل على بداية قصور دوراني يسبب تدني تروية النسيج (Patteson, 1996).

2- نتائج تحليل الدم الشكليائي:

لقد تم عرض نتائج تحليل الدم الشكليائي عند خيول البحث في حالتي الراحة و بعد الإجهاد في الجدول رقم (1)، حيث بلغ متوسط تعداد الكريات الحمر في حالة الراحة /5.5 ± 0.4/ $\times 10^6$/مم^3، وتركيز خضاب الدم /11.6 ± 1.0/ غ/دل، ونسبة مكداس الدم /35.7 ± 3.0/ %، وجميعها قيم متقاربة مع القيم المرجعية عند الخيول من السلالات النقية (Kerr, 2008, Jain, 2011)، إلا إن هذه القيم ارتفعت

بعد الإجهاد ارتفاعاً معنوياً ($P< 0.01$) حيث بلغ متوسط تعداد الكريات الحمر /5.8 ± 0.5/ $\times 10^6$/مم^3، وبلغ تركيز الخضاب /12.0 ± 1.0/ غ/دل، وأما نسبة مكداس الدم /37.4 ± 4.0/ %، ويفسر هذا الارتفاع النسبي في متوسط أعداد الكريات الدموية الحمر بعد الإجهاد بأنه ارتفاع فيزيولوجي لتقلص العضلات الملساء للطحال، بسبب الإجهاد والإثارة الذي تعرضت له خيول البحث، حيث يحدث طرد للكريات الحمر المختزنة ضمن الطحال نحو التيار الدموي، ويعد ذلك جزءاً من النشاط الأدرينالييني كرد فعل لحركة وإجهاد الحيوان، وبالتالي ترافق ذلك مع ارتفاع تركيز الخضاب ونسبة مكداس الدم، وقد جاءت نتائجنا متوافقة مع ما ذكره كل من (Higgins and Snyder, 2006, Jackson, 2007).

كما أن متوسط أعداد الكريات البيض الكلي والصيغة الدموية في حالة الراحة كان ضمن المجال الطبيعي بالنسبة للخيول ذات السلالات النقية، حيث بلغ متوسطها في حالة الراحة /6.5 ± 1.3/ $\times 10^3$/مم^3، وكانت العدلات /3.7 ± 0.1/ $\times 10^3$/مم^3، والحمضات /0.1 ± 0.1/ $\times 10^3$/مم^3، والقعدات /0.02±0.01/ $\times 10^3$/مم^3، واللمفاويات /2.5 ± 0.6/ $\times 10^3$/مم^3، والوحيدات /0.17 ± 0.07/ $\times 10^3$/مم^3 (Kerr, 2008). وقد ارتفعت قيم كل من متوسط الكريات البيض الكلي والعدلات ارتفاعاً معنوياً ($P<0.05$) إثر الإجهاد، حيث بلغ متوسط الكريات البيض /7.1 ± 1.3/ $\times 10^3$/مم^3، والعدلات /4.2±0.9/ $\times 10^3$/مم^3 (Radostits *et al.*, 2000, Hughes-Jones *et al.*, 2008). في حين أنه ارتفعت أعداد كل من الحمضات والقعدات واللمفاويات والوحيدات ارتفاعاً غير معنوي ($P>0.05$)، حيث كانت قيمها بعد الإجهاد كالتالي، الحمضات /0.1±0.01/ $\times 10^3$/مم^3، والقعدات /0.02 ± 0.02/ $\times 10^3$/مم^3، واللمفاويات /2.6 ± 0.5/ $\times 10^3$/مم^3، والوحيدات /0.18 ± 0.08/ $\times 10^3$/مم^3. ويفسر هذا الارتفاع البسيط للكريات الدموية البيض أنه بسبب الإثارة أثناء الإجهاد وهو كثرة فيزيزلوجية بسبب تحرر الكريات البيض من مخازنها الإحتياطية، وذلك لفرط نشاط هرمون الإدرينالين خلال الإجهاد. ويرتبط ارتفاع متوسط العدلات بزيادة الأعداد الكلية للكريات الدموية البيض، وبما أن الارتفاع لم يكن عالي المعنوية فهو

دليل على السلامة الصحية لخيول البحث وهذا ماتوافق مع (Benjamin, 1978, Victor, 1997, Jain, 2011, Latimer, 2011). وتجدر الإشارة إلى أنه لم يعثر على كريات دم بيض غير ناضجة في عينات الدم لخيول البحث، أي لم يكن هناك انحراف نحو اليسار Shift to the lift (Kerr, 2008).

3- نتائج معايرة الواسمات البيولوجية للقلب:

تم تصميم هذه الدراسة من أجل تحديد القيم الطبيعية للواسمات البيولوجية القلبية الهامة عند الخيول العربية السليمة إكلينيكياً في حالة الراحة ضمن الإسطبلات، وفي حالة الإجهاد أو الترييض لمدة /20/ دقيقة، وقد تضمنت هذه الواسمات cTnI , CK-MB , LDH. حيث تشير الأبحاث العلمية إلى أن معايرة هذه الواسمات البيولوجية واستخدام نتائجها أصبح ضرورة لا يمكن تجاهلها في مجال أمراض القلب بغية وضع التشخيص الصحيح والدقيق للحالة المرضية، ومن ثم رسم خطة للمعالجة وتحديد الإنذار.

- **التربونين القلبي I: cTnI**

يعد التربونين القلبي cTnI من الواسمات البيولوجية النوعية والعالية الحساسية للقلب، وأصبحت معايرتها خياراً مخبرياً مهماً لتشخيص الإصابة القلبية عند الخيول (Antman *et al.*, 2000, Cornelisse *et al.*, 2000) ومن خلال هذه الدراسة تم تسجيل متوسط تركيز التربونين القلبي I حيث بلغ /0.14±0.06/ نانوغرام/مل في فترة الراحة عند خيول البحث، وهي متوافقة مع نتائج الباحث (Schwarzwald *et al.*, 2003) حيث ذكر أن قيمها الطبيعية أقل من /0.3/ نانوغرام/ل، في حين أن نتائجنا كانت أقل مما وجده الباحثون (Phillips *et al.*, 2003, Rossi, 2017) حيث سجلوا القيم التالية /1.33 ± 0.6/ نانوغرام/مل، /0.085 ± 0.047/ نانوغرام/مل على التوالي وذلك عند الخيول الرياضية البالغة في فترة الراحة. وقد ارتفع تركيز cTnI ارتفاعاً معنوياً ($P < 0.01$) بعد الإجهاد ليبلغ /0.17 ± 0.06/ نانوغرام/مل، وكانت مساوية لما وجده (Di Filippo *et al.*, 2017) الذي سجل متوسطاً قدره

/0.17±0.01/ نانوغرام/مل بعد السباق، وتوافق هذا الارتفاع مع ما وجده الباحث (Rossi, 2017)، إلا إنه سجل ارتفاعاً أكبر في هذه القيم لتبلغ متوسط القيم عنده /11.96 ± 9.41/ نانوغرام/مل. وعلى الرغم من أن الارتفاع في تراكيز cTnI والذي حصل عند خيول البحث بعد الإجهاد ذو دلالة معنوية، إلا إن متوسط تراكيز cTnI كان ضمن المجال المرجعي الطبيعي عند الخيول، ماعدا جواداً واحداً من خيول البحث كان تركيز cTnI عنده فوق المعدل الطبيعي بعد الترييض حيث سجل /0.5/ نانوغرام/مل، وتم تفسير ذلك بأن الرياضيين الذين يمارسون الرياضة الشاقة يرتفع لديهم تركيز التربونين القلبي بشكل كبير رغم عدم وجود أذية قلبية، وذلك عائد لأسباب تنظيمية growth-regulating effects في خلايا العضلة القلبية (Scharhag *et al.*, 2005)، وعند دراسة وضع الجواد ذو القيم المرتفعة من التربونين تبين أنه حصان بعمر /5/ سنوات ويخضع للتدريب المكثف منذ أقل من شهر تحضيراً لدخوله سباق المسافات القصيرة.

ووجود التربونين في بلازما الدم في فترة الراحة بتراكيز طبيعية محددة، ودون وجود أذية قلبية يعود لوجود نسبة قليلة من التربونين يبقى حراً وغير مرتبط بنيوياً مع التروبوميوزين والأكتين وهذا ماأكده الباحثون (Rosenbaum and Januzzi, 2008).

وإن ارتفاع قيم التربونين القلبي cTnI في بلازما الدم في حالة الإجهاد عند الخيول السليمة ودون وجود أذية قلبية، يعود إلى أن الترييض المجهد والقصير الأمد يسبب ارتفاعاً بسيطاً في تركيز cTnI في البلازما عند الخيول كحالة تكيف فيزيولوجي لممارسة الترييض والسباقات كما فسره كل من الباحثين (Durando *et al.*, 2006, Rossi *et al.*, 2015, Di Filippo *et al.*, 2017)، أو بسبب حالة اللانظمية البطينية خلال فترة الإجهاد كما فسرها (Holbrook *et al.*, 2006). ويفسر تباين قيم التربونين عند خيول البحث مقارنة مع السلالات الأخرى، بأنه عائد لسبب وراثي، حيث يحدث تموت و تجديد أسرع للخلايا القلبية عند

بعض السلالات أكثر من الآخرى، وليس نتيجة تفكك أو فقدان سلامة الغشاء السيتوبلاسمي كما في حالة الإصابات القلبية وهذا ما أكده (Stevens *et al.*, 2009).

- **أنظيم الكرياتين كيناز CK-MB:**

تعد معايرة أنظيم CK في البلازما إجراء مخبرياً مهماً، نظراً لأنه حساس ونوعي لإصابات عضلة القلب، ولاسيما عند معايرة نظير الأنظيم CK-MB، وقد بلغ متوسط نشاط أنظيم CK-MB في فترة الراحة عند خيول البحث /41 ± 22/ وحدة دولية/لتر وهذه القيمة خاصة بالخيول العربية في سورية وفقاً للطريقة التي تمت من خلالها المعايرة، وهذا ماأشار إليه (Braun *et al.*, 1990) حيث ذكر أن القيم المرجعية للأنظيم CK-MB تكون خاصة بكل منطقة وبالطريقة التي تم المعايرة من خلالها. وكان المتوسط الذي أظهرته نتائجنا أقل من القيمة المرجعية التي سجلها (Diana *et al.*, 2007) والتي كانت /160 – 300/ وحدة دولية/ل. والقيم التي وردت في المراجع لأنظيم CK-MB تكون أقل من /0.1/ نانوغرام/مل (Larry, 2016)، وأقل من /4.72/ نانوغرام/مل وفق ما سجله (Di Filippo *et al.*, 2017)، بينما سجل (Michima *et al.*, 2010) متوسطاً قدره /2.25/ نانوغرام/مل في فترة الراحة عند خيول السباق، وأشار إلى أنه لا ينصح بتحويل القيم من وحدة معايرة إلى أخرى، ذلك لضعف الارتباط العددي بين النانوغرام/مل والوحدة الدولية/ل، حيث توجد اختبارات تقيس كتلة CK-MB مقدرةً بالنانوغرام/مل، في حين أن بعض الاختبارات الأخرى تقيم نشاط هذا الأنظيم بالوحدة الدولية/ل.

وارتفع نشاط الأنظيم CK-MB ارتفاعاً معنوياً ($P < 0.01$) بعد انتهاء فترة الإجهاد ليصل إلى /53±27/ وحدة دولية/لتر وهذا متوافق مع ما سجلته الدراسات حول ارتفاع نشاط هذا الأنظيم في بلازما الدم بعد الإجهاد (Michima *et al.*, 2010) الذي سجل بعد السباق متوسطاً قدره /2.95/ نانوغرام/مل، بينما سجل (Di Filippo *et al.*, 2017) متوسطاً قدره /4.74/ نانوغرام/مل بعد السباق، وفسره بأنه ارتفاع

فيزيولوجي بمثابة التكيف مع ممارسة الترييض أو السباقات. غير أن فرساً واحدةً من خيول البحث كان نشاط CK-MB لديها مرتفعاً بشكل واضح بعد الترييض، حيث سجل عندها /145/ وحدة دولية/لتر، إلا إنه سرعان ما هبط ليعود للطبيعي بعد /4/ ساعات من الإجهاد ليصل إلى /50/ وحدة دولية/لتر، ولعل السبب في ذلك يعود لكثافة التدريب، حيث أنها بدأت تخضع للتدريب المكثف قبيل فترة إجراء البحث بأيام (Michima *et al.*, 2010). ويعد أنظيم CK-MB معياراً حساساً ونوعياً للإصابات القلبية عند الخيول، إلا إنه يجب الإشارة إلى ضرورة إجراء معايرة CK-MB بالتزامن مع معايرة التربونين cTnI لما لهما من أهمية تشخيصية متآزرة في إصابات القلب، حيث أظهرت التحاليل في بعض الإصابات القلبية عند الإنسان ارتفاع التربونين القلبي cTnI دون ارتفاع نشاط CK-MB، وفي حالات أخرى أظهرت ارتفاع CK-MB دون ارتفاع تراكيز التربونين cTnI (Adams *et al.*, 1994)، وكذلك عند الخيول التي تعاني من آفة في الشريان الأبهر aortic lesion، لم يكشف عن ارتفاع في نشاط CK-MB عندها، بينما أظهرت التحاليل مستويات مرتفعة من التربونين cTnI (Cornelisse *et al.*, 2000).

- **أنظيم لاكتات ديهايدروجيناز LDH:**

بلغ متوسط نشاط أنظيم LDH في فترة الراحة /349 ± 98/ وحدة دولية/لتر وهو ماتوافق مع القيم المرجعية للخيول / 162–412/ وحدة دولية/لتر (Smith, 2015)، غير أن فرساً واحدةً من خيول البحث ارتفع مستوى نشاط LDH لديها فوق المجال الطبيعي في فترة الراحة، حيث سجل عندها /716/ وحدة دولية/لتر، وإن ارتفاع أنظيم LDH دون ارتفاع في cTnI و CK-MB يؤكد عدم وجود أذية قلبية، إلا إنه قد يكون بسبب مشكلة كبدية أو عضلية هكيلية، وتأكيد السبب يتطلب تحاليل إضافية لوضع التشخيص الصحيح (Hatzipanagiotou *et al.*, 1991, Reeder *et al.*, 2009).

لقد ارتفع نشاط أنظيم LDH ارتفاعاً معنوياً ($P < 0.01$) بعد فترة الإجهاد ليصل إلى /436 ± 113/ وحدة دولية/لتر، ويفسر هذا الارتفاع بزيادة النشاط العضلي خلال الإجهاد، الأمر الذي توافق مع ما وجده الباحث (Anderson, 1975) الذي إعتبره مؤشراً مفيداً للسلامة البدنية عند الخيول، نظراً لأن تراكيز الأنظيم في المصل تعود إلى طبيعتها خلال /72/ ساعة من الترييض، ويعود تفسيره إلى فرضية التغيير الإنتقائي المؤقت لنفاذية الغشاء السيتوبلاسمي تجاه تدفق الأنظيمات من الداخل الخلوي إلى الدورة الدموية وليس لحدوث نخر في الأنسجة العضلية سواء الهيكلية أو القلبية. ويعد هذا الأنظيم أقل نوعية لتشخيص إصابات القلب، وتكمن أهميته بشكل أكبر في تحديد الكفاءة العضلية وتكيفها البيوكيميائي لحالات الجهد والترييض سواء عند الخيول الرياضية أو عند الرياضيين (Brancaccio *et al.*, 2006, Teixeira-Neto *et al.*, 2008).

وأظهرت الدراسة عدم وجود فروقات معنوية ($P > 0.05$) في قيم الواسمات البيولوجية للقلب سواءً باختلاف العمر، أو الجنس، أو الحمل عند خيول البحث في كل من حالتي الراحة وبعد الإجهاد، ويفسر ذلك أن القلب في حالة سليمة ولن يؤثر فيه فروقات العمر أو وجود حمل عند الأفراس واختلاف الجنس على أداء القلب الفيزيولوجي، وهذا ما توافق مع كل من (Zucca *et al.*, 2010, Slack *et al.*, 2012) حيث لم يجدوا تأثيراً معنوياً للعمر والجنس للخيول ذات السلالة النقية في قيم التربونين القلبي cTnI، وكذلك نتائج الباحثين (Tharwat *et al.*, 2012) الذين أكدوا من خلالها عدم تأثر قيم التربونين القلبي cTnI و أنظيم CK-MB بحالة الحمل الطبيعية عند الماعز. وتوافق أيضاً مع (Patanè *et al.*, 2008) حيث أظهرت نتائجهم عدم تأثر قيم التربونين عند النساء الحوامل. إلا إنه قد يكون لارتفاع الأنظيم LDH عند الأفراس الحوامل نفس الأهمية عند النساء الحوامل نظراً لأن ارتفاعه عندهن يعد إنذاراً لارتفاع ضغط الدم (Talwar and Kondareddy, 2017)، وتوافقت نتائجنا مع (Miknienė *et al.*, 2013) حيث أكدوا عدم وجود فروق معنوية على أساس العمر والجنس في قيم نشاط كل من أنظيم CK-MB وأنظيم LDH

عند الخيول البالغة، إلا إن نتائجنا اختلفت مع (Rossi, 2017) حيث وجد تأثيراً معنوياً لتقدم العمر على قيم التربونين القلبي cTnI عند خيول السباق من السلالات النقية، ولعل ذلك مرتبط بنوعية السلالة.

وانطلاقاً مما حصلنا عليه من نتائج تبين أن الأولوية لمعايرة تركيز التربونين القلبي cTnI عند الخيول لتقصي وجود إصابات قلبية، نظراً لاستمرار وجوده في مصل الدم بعد بدء الأذية القلبية لمدة أسبوع إلى أسبوعين، يليه معايرة نشاط الأنظيم CK-MB ، ولم نجد الأهمية المميزة لمعايرة نشاط أنظيم LDH في هذه الإصابات (Undhad *et al.*, 2012).

4- نتائج تخطيط صدى القلب:

يعد تخطيط صدى القلب الطريقة المحورية لتقييم الحالة السريرية للقلب عند الخيول، ولاسيما التي تعاني من ضعف الأداء، وعدم تحمل الترييض، حيث يمكن من خلاله تحديد شدة المرض الموجود، وتقييم تأثيره المحتمل على أداء الجواد، ومتوسط عمر الجواد المتوقع بعد هذه الإصابة (Reef *et al.*, 2004).

أظهرت نتائج البحث أن متوسط قياس LVIDd هو (10.92 ± 0.59) سم، وكانت هذه القيمة دون المجال الخاص بالسّلالات النقيّة (11.15 – 12.12) سم وفقا لما وجده (Zucca *et al.*, 2008)، وأقل مما وجده أيضاً (Long, 1992) حيث كان المتوسط (11.9 ± 0.71) سم ، إلا إنها كانت أكبر من القياسات التي سُجلت من قبل (Michima *et al.*, 2004, Mircean *et al.*, 2010) حيث كانت (9.43 ± 1.88) سم، (9.72 ± 0.72) سم على التوالي.

أظهرت النتائج أن متوسط قياس LVIDs هو (6.82 ± 0.40) سم، وكانت هذه القيمة أقل من المجال الخاص بالسّلالات النقيّة (7.03 – 7.82) سم وفقا لما وجده (Zucca *et al.*, 2008)، وأقل أيضاً مما وجده (Long, 1992) حيث كانت (7.35 ± 0.72) سم، وأكبر من القيم التي سجلها كل من الباحثين

(Michima *et al.*, 2004, Mircean *et al.*, 2010) حيث كانت (4.42 ± 1.31) سم، (5.94±0.96) سم على التوالي.

وأظهرت نتائج البحث أيضاً أن متوسط قياس IVISd هو (2.63 ± 0.19) سم، وكانت هذه القيمة دون المجال الخاص بالسّلالات النقيّة (2.94 – 3.25) سم وفقا لما وجده (Zucca *et al.*, 2008)، وكانت متقاربة مع ماوجده كل من (Michima *et al.*, 2004, Mircean *et al.*, 2010) حيث أظهرت نتائجهم (2.61 ± 0.48) سم، (2.68 ± 0.29) سم على التوالي. وكانت أكبر مما وجده الباحث (Long, 1992) حيث سجلَ متوسطاً قدره (3.02 ± 0.39) سم.

في حين أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن متوسط قياس IVISs هو (3.92 ± 0.32) سم، وكانت هذه القيمة أدنى من المجال الخاص بالسّلالات النقيّة (4.34 – 4.62) سم وفقا لما وجده (Zucca *et al.*, 2008)، ودون ما وجده (Long, 1992, Michima *et al.*, 2004) حيث سجلت قياساتهم (4.17 ± 0.42) سم، (4.55 ± 0.55) سم على التوالي، وأكبر من القيم التي سجلها (Mircean *et al.*, 2010) حيث كانت (3.88 ± 0.70) سم.

وقد أوضحت نتائج البحث أن متوسط قياس LVFWd هو(2.18 ± 0.20) سم، وكانت هذه القيمة أقل من المجال الخاص بالسّلالات النقيّة (2.42 – 2.69) سم وفقا لما وجده (Zucca *et al.*, 2008)، وأخفض أيضا من القيم التي سجلها (Michima *et al.*, 2004, Mircean *et al.*, 2010) حيث كانت (2.66 ± 1.06) سم، (2.69 ± 0.32) سم على التوالي.

وبينت نتائج البحث أن متوسط قياس LVFWs (3.35 ± 0.30) سم، وكانت هذه القيمة أقل من المجال الخاص بالسّلالات النقيّة (3.44 – 3.83) سم وفقا لما وجده (Zucca *et al.*, 2008)، وأقل أيضاً مما

وجده الباحثون (Long, 1992, Michima *et al.*, 2004, Mircean *et al.*, 2010) حيث سجلوا القياسات (4.14 ± 0.30) سم، (4.23 ± 0.69) سم، (3.96 ± 0.63) سم على التوالي.

في حين أن قيمة كسر التقصير FS% كانت (37.52 ± 1.27)%، وهي ضمن المجال القياسي لسلالات الخيول النقيّة (34.7 – 37.7) % وفقا لما وجده (Zucca *et al.*, 2008)، إلا إنها أدنى مما وجده كل من الباحثون (Long, 1992, Michima *et al.*, 2004, Mircean *et al.*, 2010) حيث سجلوا (52.53 ± 13.49)%، (39.06 ± 7.66)%، (38.76 ± 4.59)% على التوالي.

ولدى مقارنة قيم كسر التقصير FS% عند خيول البحث مع قيمها عند الخيول الرياضية من السلالات الأجنبية (Stadler *et al.*, 1993) لوحظ أنها أعلى مما هي ليه عند تلك الخيول (29 ± 5)%، الأمر الذي يشير إلى أن كفاءة القلب لدى الخيول العربية الأصيلة أعلى من مثيلاتها عند الخيول الأجنبية. وإضافةً لذلك ولدى مقارنة أوزان الخيول في الدراسة الأخيرة (602 ± 38) كغ مع أوزان الخيول العربية في هذا البحث (332 ± 12) كغ، نستنتج أنه على الرغم من صغر حجم الجسم عند الخيول العربية إلا إن قياسات القلب متقاربة وكفاءته لضخ الدم أعلى مما هو عند الخيول الرياضية الأجنبية.

أما قيمة الكسر القذفي EF% التي تم الحصول عليها (75.78 ± 1.50) %، فقد كانت أدنى من نتيجة الباحث (Mircean *et al.*, 2010) التي بلغت (77.78 ± 11.29) %، وأكبر مما وجده (Michima *et al.*, 2004) حيث كانت (66.38 ± 9.41) %.

وبينت نتائج تخطيط صدى القلب مجتمعة تقارباً مع النتائج التي وجدها (Al-haidar *et al.*, 2013) الذي سجل من خلالها قياسات القلب عند سلالة خيول Arabian Thoroughbreds (سلالة ناتجة عن تحسين الخيول الإنكليزية بدم الخيول العربية)، حيث كانت قيم قياسات تخطيط صدى القلب لتلك الخيول

LVIDd (1.02±9.83) سم، LVIDs (1.04 ± 5.98) سم، IVSd (1.03 ± 2.59) سم، IVSs (1.03±4.01) سم، LVFWd (1.03 ± 2.12) سم، LVFWs (1.03 ± 3.70) سم.

ولدى دراسة تأثير العمر على قياسات القلب أظهرت النتائج فروقاً معنوية ($P < 0.01$) في قياسات LVFWd، LVFWs. وفروقاً معنوية متوسطة ($P < 0.05$) لقياسات LVIDd، LVIDs، IVSd، IVSs. أي يوجد ارتباط بين العمر وقياسات القلب، وهذا ما توافق مع نتائج الباحث (Lombard *et al.*, 1984)، ،إلا إنه لم يكن هناك فروقاً معنوية ($P > 0.05$) بالنسبة للعمر في نتائج تقييم كفاءة القلب EF% وFS% في جميع الأعمار، أي أن كفاءة القلب في ضخ الدم متقاربة في جميع الأعمار.

وكان للجنس تأثير معنوي ($P < 0.05$) في كل من LVIDs، IVSs ، EF%، FS%، وهذا ما اختلف مع نتائج دراسة الباحثين (Al-haidar *et al.*, 2013) والتي نفت وجود أي ارتباط بين الجنس وقياسات القلب. ولم يكن هناك أي دلالة معنوية ($P > 0.05$) في قياسات القلب تبعاً لوجود الحمل عند الإناث وهذا مايخالف رأي كل من (Rubler *et al.*, 1977) الذين وجدوا أن قياسات البطين الأيسر تكون أكبر عند النساء الحوامل، ويمكن تعليل ذلك بأن الحمل مازال في بدايته، حيث إن جميع الأفراس كانت في الأشهر الخمسة الأولى للحمل ومادون، مقارنةً بالنساء الحوامل اللواتي خضعن للدراسة حيث كان الحمل عندهن في الشهر الخامس وأكثر (مع وجود اختلاف في مدة الحمل فهي أحد عشر شهراً عند الأفراس وتسعة أشهر عند النساء). ومن جانب آخر وجد (Borges *et al.*, 2011) أنه يحدث زيادة في قياسات الأذين الأيسر مع انخفاض في سماكة جدار البطين الأيسر مع تقدم الحمل، مقارنة مع قياسات بداية الحمل وكل ذلك في حال وجود تشوهات قلبية عند النساء الحوامل.

ثامناً: الاستنتاجات والتوصيات

Conclusions and Recommendations

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها يتوضَح تحقق أهداف البحث بتثبيت القيم المرجعية للواسمات البيولوجية للقلب وكذلك لقياسات تخطيط صدى القلب عند الخيول العربية السليمة.

ولقد أظهرت الدراسة الاستنتاجات التالية:

1- يشكل معايرة التربونين القلبي cTnI معياراً مخبرياً حساساً ونوعياً يعتمد عليه في الوقوف على سلامة وصحة القلب عند الخيول إلى جانب الأنظيم CK-MB.

2- يعد تخطيط صدى القلب طريقة تطبيقية ذات قيمة تشخيصية عالية يعتمد عليها في تشخيص ومتابعة الأمراض القلبية عند الخيول.

3- كفاءة القلب في ضخ الدم عند الخيول العربية أعلى من كفاءة القلب عند الخيول الرياضية الأجنبية.

4- طريقة الفحص بالإصغاء طريقة فيزيائية إكلينيكية يجب عدم إهمالها أو تجاهلها عند فحص القلب بغية الوقوف على سلامته.

ومن التوصيات التي خلصنا إليها من خلال دراستنا:

1- عدم إهمال فحص القلب الدوري بالإصغاء واستخدام تخطيط صدى القلب عند الخيول الرياضية، لما لذلك من أهمية كبيرة من أجل الحفاظ على سلامة الجواد والفارس وعدم التعرض لأحداث لايحمد عقباها.

2- حالة الاشتباه بإصابة قلبية نوصي بإجراء معايرة التربونين القلبي cTnI وأنظيم CK-MB.

3- متابعة الدراسة لمقارنة قيم الواسمات القلبية وقياسات تخطيط صدى القلب عند الخيول العربية ذات الأعمار المتقدمة وكذلك عند الأفراس في مراحل الحمل المتقدم.

4- متابعة الدراسة لتثبيت المعايير الطبيعية لتخطيط القلب الكهربي ECG عند الخيول العربية الأصيلة.

تاسعاً: المراجع العلمية

References

1. Adams, J. E. (1999). "**Clinical Application of Markers of Cardiac Injury: Basic Concepts and New Considerations**." Clinica chimica acta 284(2): 127-134.

2. Adams, J. E., Schechtman, K. B., Landt, Y., Ladenson, J. H. and Jaffe, A. S. (1994). "**Comparable Detection of Acute Myocardial Infarction by Creatine Kinase Mb Isoenzyme and Cardiac Troponin I**." Clinical chemistry 40(7): 291-295.

3. Adams, J. r., Bodor, G. S., Davila-Roman, V. G., Delmez, J. A., Apple, F. S., Ladenson, J. H. and Jaffe, A. S. (1993). "**Cardiac Troponin I. A Marker with High Specificity for Cardiac Injury**." circulation 88(1): 101-106.

4. Al-haidar, A., Farnir, F., Deleuze, S., Sandersen, C., Leroux, A., Borde, L., Cerri, S. and Amory, H. (2013). "**Effect of Breed, Sex, Age and Body Weight on Echocardiographic Measurements in the Equine Species**." Research in veterinary science 95(1): 255-260.

5. Anderson, M. G. (1975). "**The Influence of Exercise on Serum Enzyme Levels in the Horse**." Equine veterinary journal 7(3): 160-165.

6. Anderson, M. G. (1976). "**The Effect of Exercise on the Lactic Dehydrogenase and Creatine Kinase Isoenzyme Composition of Horse Serum**." Research in veterinary science 20(2): 191-196.

7. Anderson, P. A., Greig, A., Mark, T. M., Malouf, N. N., Oakeley, A. E., Ungerleider, R. M., Allen, P. D. and Kay, B. K. (1995). "**Molecular Basis of**

Human Cardiac Troponin T Isoforms Expressed in the Developing, Adult, and Failing Heart." Circulation research 76(4): 681-686.

8. Antman, E., Bassand, J.-P., Klein, W., Ohman, M., Sendon, J. L. L., Rydén, L., Simoons, M. and Tendera, M. (2000). "**Myocardial Infarction Redefined** " Journal of the American College of Cardiology 36(3): 959-969.

9. Argiroudis, S., Kent, J. E. and Blackmore, D. (1982). "**Observations on the Isoenzymes of Creatine Kinase in Equine Serum and Tissues**." Equine veterinary journal 14(4): 317-321.

10. Arora, H. (2013). "**Statistics for Research with a Guide to Spss**." Abhigyan Publications 31(1): 77-79.

11. Begg, L., Hoffmann, K. and Begg, A. (2006). "**Serum and Plasma Cardiac Troponin I Concentrations in Clinically Normal Thoroughbreds in Training in Australia**." Australian veterinary journal 84(9): 336-337.

12. Benjamin, M. M. (1978). **Outline of Veterinary Clinical Pathology**. USA, Iowa State University Press.**:** 229 - 269.

13. Bleier, J., Vorderwinkler, K.-P., Falkensammer, J., Mair, P., Dapunt, O., Puschendorf, B. and Mair, J. (1998). "**Different Intracellular Compartmentations of Cardiac Troponins and Myosin Heavy Chains: A Causal Connection to Their Different Early Release after Myocardial Damage**." Clinical chemistry 44(9): 912-918.

14. Blissitt, K. (2011). **Auscultation**. Chapter 8 Ofcardiology of the Horse. C. Marr and M. Bowen. London. Saunders, Elsevier Health Sciences. 1**:** 91 - 104.

15. Bonagura, J. D. (1985). "**Equine Heart Disease: An Overview**." Veterinary Clinics of North America: Equine Practice 1(2): 267-288.

16. Boon, J. A. (2011). **Veterinary Echocardiography**. Wiley-Blackwell, John Wiley & Sons. 1**:** 54 - 295.

17. Borges, V., Matsubara, B. B., Magalhaes, C. G., Peraçoli, J. C. and Rudge, M. V. (2011). "**Effect of Physiological Overload on Pregnancy in Women with Mitral Regurgitation**." Clinics 66(1): 47-50.

18. Boyd, J. (1988). "**Serum Enzymes in the Diagnosis of Disease in Man and Animals**." Journal of comparative pathology 98(4): 381-404.

19. Brancaccio, P., Limongelli, F. and Maffulli, N. (2006). "**Monitoring of Serum Enzymes in Sport**." British journal of sports medicine 40(2): 96-97.

20. Braun, S. R., Walker, H., Hall, W. and Hurst, J. (1990). **Clinical Methods, the History, Physical, and Laboratory Examinations**, Butterworth Publishers, Stoneham, MA**:** Available from https://www.ncbi.nlm.nih.gov.

21. Brazil, T. (2011). "**Cardiology of the Horse**." Equine Veterinary Education 23(9): 486-486.

22. Budras, K.-D., Sack, W. O. and Rock, S. (2009). **Anatomy of the Horse**. Hannover, Germany, Schlütersche. 1**:** 58 - 63.

23. Buhl, R., Ersbøll, A. K., Larsen, N. H., Eriksen, L. and Koch, J. (2007). "**The Effects of Detomidine, Romifidine or Acepromazine on Echocardiographic Measurements and Cardiac Function in Normal Horses**." Veterinary anaesthesia and analgesia 34(1): 1-8.

24. Clegg, C. L., Blake, R. C., Conwell, E., Hainisch, S. A., Newton, E. M., Post, M. J., Senior, S. L. and Taylor, A. J. W. (2008). **Anatomy and Physiology** Chapter 2 of Equine Veterinary Nursing Manual. M. C. Karen. Coumbe, Karen, John Wiley & Sons. 1**:** 25 - 73.

25. Colburn, W., DeGruttola, V. G., DeMets, D. L., Downing, G. J., Hoth, D. F., Oates, J. A., Peck, C. C., Schooley, R. T., Spilker, B. A. and Woodcock, J. (2001). "**Biomarkers and Surrogate Endpoints: Preferred Definitions and Conceptual Framework. Biomarkers Definitions Working Group**." Clinical Pharmacol & Therapeutics 69: 89-95.

26. Cor, I. S. (2016). "**Ibm Spss Statistics for Windows, Version 24.0**." Armonk (NY): IBM Corp.

27. Cornelisse, C. J., Schott II, H. C., Olivier, N. B., Mullaney, T. P., Koller, A., Wilson, D. V. and Derksen, F. J. (2000). "**Concentration of Cardiac Troponin I in a Horse with a Ruptured Aortic Regurgitation Jet Lesion and Ventricular Tachycardia**." J Am Vet Med Assoc 217(2): 231-235.

28. Coudrey, L. (1998). "**The Troponins**." Archives of internal medicine 158(11): 173-180.

29. Darren, R. W. (2008). "**Veterinary Laboratory Medicine: Interpretation and Diagnosis**." Veterinary Clinical Pathology 33(3): 1 - 6.

30. Desrochers, A. (2008). "**Your Horse,S Health : Diagnostic Equine Cardiovascular Diseases**." Journal of Equine Veterinary Science 28(12): 27.

31. Dhoot, G. K., Gell, P. G. and Perry, S. V. (1978). "**The Localization of the Different Forms of Troponin I in Skeletal and Cardiac Muscle Cells**." Experimental cell research 117(2): 357 - 370.

32. Di Filippo, P. A., Linhares, J. M., Bogossian, P. M., de Almeida Guerra, R. V. B., Bustamante, S. R. B., de Carvalho, C. B., da Silveira Ferreira, F. and de Camargo Ferraz, G. (2017). "**Influence of Cavalcade of Different Distances on the Serum Concentrations of the Cardiac Biomarkers**

Troponin I (Ctni) and Creatine Kinase Myocardial Band (Ck-Mb) in Horses." SOJ Veterinary Sciences 3(4): 1 - 5.

33. Diana, A., Guglielmini, C., Candini, D., Pietra, M. and Cipone, M. (2007). "**Cardiac Arrhythmias Associated with Piroplasmosis in the Horse: A Case Report**." The Veterinary Journal 174(1): 193-195.

34. Divers, T. J., Kraus, M. S., Jesty, S. A., Miller, A. D., Mohammed, H. O., Gelzer, A. R., Mitchell, L. M., Soderholm, L. V. and Ducharme, N. G. (2009). "**Clinical Findings and Serum Cardiac Troponin I Concentrations in Horses after Intragastric Administration of Sodium Monensin**." Journal of veterinary diagnostic investigation 21(3): 338-343.

35. Dolci, A. and Panteghini, M. (2006). "**The Exciting Story of Cardiac Biomarkers: From Retrospective Detection to Gold Diagnostic Standard for Acute Myocardial Infarction and More**." Clinica chimica acta 369(2): 179-187.

36. Duncan, J. R. and Prasse, K. W. (1986). **Veterinary Laboratory Medicine**, Iowa State University Press. 1**:** 200 - 265.

37. Durando, M., Reef, V., Kline, K. and Birks, E. (2006). "**Acute Effects of Short Duration, Maximal Exercise on Cardiac Troponin I in Healthy Horses**." Equine and Comparative Exercise Physiology 3(4): 217-223.

38. Else, R. and Holmes, J. (1972). "**Cardiac Pathology in the Horse**." Equine veterinary journal 4(1): 1-8.

39. Ettinger, S. J. and Feldman, E. C. (2006). **Textbook of Veterinary Internal Medicine**. Mosby, USA, Elsevier health sciences. 2**:** 802 - 900.

40. Evans, D. (1994). "**The Cardiovascular System: Anatomy, Physiology, and Adaptations to Exercise and Training**." The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine 1(94): 129-144.

41. Farser , M. and Griling, S. (2012). **Anatomy and Physiology** Chapter 1 of Textbook of Veterinary Nursing. B. e. a. Cooper Gloucester., BSAVA. 1**:** 45 - 84

42. Frandson, R. D., Wilke, W. L. and Fails, A. D. (2009). **Anatomy and Physiology of Farm Animals**, Wiley Blackwell. 1**:** 283 -315.

43. Freda, B. J., Tang, W. W., Van Lente, F., Peacock, W. F. and Francis, G. S. (2002). "**Cardiac Troponins in Renal Insufficiency**." Journal of the American College of Cardiology 40(12): 65-71.

44. Fromm, R. E. and Roberts, R. (2001). "**Sensitivity and Specificity of New Serum Markers for Mild Cardionecrosis**." Current problems in cardiology 26(4): 241-284.

45. Gazi, M., Makhdoomi, D., Abbas, H., Parrah, J., Ganai, A., Dar, S. and Moulvi, B. (2015). "**Advances of Echocardiography in Equines Practice-a Review**." Journal of Veterinary Science and Technology 6(3): 1 - 5.

46. Greaser, M. and Gergely, J. (1971). "**Reconstitution of Troponin Activity from Three Protein Components**." Journal of Biological Chemistry 246(13): 4226-4233.

47. Gregory, F., Claudia, S., Mary, B. W., Tania, K.-N. and Monica, A. (2013). "**The Equine Heart: Power Plant Unequaled**." CEH Horse Report. School of Veterinary Medicine - University of California, Davis. 3(4): 1 - 15.

48. Hadidy, S. (1995). **Topics in Medical Chemistry (General)**, Ray Publishing & Senses. 1**:** 320 - 325.

49. Hall, J. E. (2011). **Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology**. Philadelphia, Saunders Elsevier**:** 822 - 833.

50. Hall, T., Magdesian, K. and Kittleson, M. (2010). "**Congenital Cardiac Defects in Neonatal Foals: 18 Cases (1992–2007)**." Journal of veterinary internal medicine 24(1): 206-212.

51. Hatzipanagiotou, A., Lindner, A. and Sommer, H. (1991). "**Ldh and Ck Isoenzyme Patterns in the Blood Plasma of Horses with Elevated Ck, Ldh and Ast Activities**." DTW. Deutsche tierarztliche Wochenschrift 98(7): 284-286.

52. Helwegen, M., Young, L., Rogers, K. and Wood, J. (2006). "**Measurements of Right Ventricular Internal Dimensions and Their Relationships to Severity of Tricuspid Valve Regurgitation in National Hunt Thoroughbreds**." Equine veterinary journal 38(S36): 171-177.

53. Higgins, A. and Snyder, J. (2006). "**The Equine Manual. 2nd Edi**." WB Saunders Co: 381-452.

54. Higgins, A. J. (2006). **Chapter 8: The Cardiovascular System** The Equine Manual (Second Edition). C. M. Marr, J. M. Reimer and J. R. Snyder. Edinburgh, W.B. Saunders. 1**:** 455-483.

55. Holbrook, T., Birks, E., Sleeper, M. and Durando, M. (2006). "**Endurance Exercise Is Associated with Increased Plasma Cardiac Troponin I in Horses**." Equine veterinary journal 38(36): 27-31.

56. Hughes-Jones, N. C., Wickramasinghe, S. N. and Hatton, C. (2008). **Lecture Notes Haematology**. USA, Wiley Blackwell**:** 170 - 197.

57. Jackson, M. L. (2007). **Veterinary Clinical Pathology: An Introduction**. USA, Blackwell. 1**:** 325 - 363.

58. Jain, N. C. (2011). **Schalm's Veterinary Hematology**. USA, Wiley - Blackwell. 1**:** 178 - 220.

59. Janice, M. B. and Marr, C. (2011). **Introduction to Cardiac Anatomy and Physiology**. Chapter 1 of Cardiology of the Horse. C. Marr and M. Bowen. London. Saunders, Elsevier Health Sciences. 1**:** 3 - 19.

60. john, W. K. and Walter, E. H. (1997). **Clinical Enzymology** Chapter 12 of Clinical Biochemistry of Domestic Animals. K. Jerry, W. H. John and L. B. Michael. 1**:** 303 - 325.

61. Kate, S. C. and Laura, C. F. (2009). **The Equine Heart: Diagnosing Disease, Physical Examination, Electrocardiography and Echocardiography**. Proceedings of the 11th international Congress of World Equine Veterinary Association, Gurguja, Brazil, IVIS website, Accessed march 10th, 2018.

62. Katus, H. A., Scheffold, T., Remppis, A. and Zehlein, J. (1992). "**Proteins of the Troponin Complex**." Laboratory Medicine 23(5): 311-317.

63. Katz, A. M. (2011). **Physiology of the Heart**. Philadlphia, Lippincott Williams & Wilkins. 1**:** 177 - 400.

64. Kelly, W. R. (1984). **Veterinary Clinical Diagnosis**. Oxford, Bailliere Tindall. 1**:** 89 - 126.

65. Kerr, M. G. (2008). **Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Biochemistry and Haematology**, John Wiley & Sons. 1**:** 95 - 135.

66. Kittleson, M. D. and Kienle, R. D. (1998). **Small Animal Cardiovascular Medicine**. USA, Mosby. 1**:** 16 - 18.

67. Kraus, M. S., Jesty, S. A., Gelzer, A. R., Ducharme, N. G., Mohammed, H. O., Mitchell, L. M., Soderholm, L. V. and Divers, T. J. (2010). "**Measurement of Plasma Cardiac Troponin I Concentration by Use of a**

Point-of-Care Analyzer in Clinically Normal Horses and Horses with Experimentally Induced Cardiac Disease." American journal of veterinary research 71(1): 55 - 59.

68. Larry, B., M.D. (2016). "**Chemistry Cardiac Related Creatine Kinase**." PathologyOutlines.com website. http://www.pathologyoutlines.com/. Accessed April 25th, 2018.

69. Latimer, K. S. (2011). **Duncan and Prasse's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology**. USA, John Wiley & Sons. 1**:** 98 - 135.

70. Lescure, F. and Tamzali, Y. (1984). "**Reference Values in Echocardiography in Sport Horses: (Thoroughbred English-French Saddle Horse)**." Journal of Veterinary Medicine 2(1): 1 - 9.

71. Lightowler, C., Piccione, G., Giudice, E., del Olmo, G. R. and Cattaneo, M. L. (2004). "**Echocardiography and Electrocardiography as Means to Evaluate Potential Performance in Horses**." J Vet Sci 5(3): 259-262.

72. Lombard, C. (1984). "**Normal Values of the Canine M-Mode Echocardiogram**." American journal of veterinary research 45(10): 15-18.

73. Lombard, C., Evans, M., Martin, L. and Tehrani, J. (1984). "**Blood Pressure, Electrocardiogram and Echocardiogram Measurements in the Growing Pony Foal**." Equine veterinary journal 16(4): 342-347.

74. Long, K. J. (1992). "**Two-Dimensional and M-Mode Echocardiography**." Equine Veterinary Education 4(6): 303-310.

75. Long, K. J., Bonagura, J. and Darke, P. (1992). "**Standardised Imaging Technique for Guided M-Mode and Doppler Echocardiography in the Horse**." Equine veterinary journal 24(3): 226-235.

76. Mann, D., Zipes, D., Libby, P. and Bonow, R. (2014). **Braunwald's Heart Disease: A Textbook of Cardiovascular Medicine, Single Volume**, Amsterdam: Elsevier. Single Volume**:** 151 - 260.

77. Marr, C. (2011a). **Biochemical Markers of Cardiovascular Disease**. Chapter 12 of Cardiology of the Horse. C. Marr and M. Bowen. London. Saunders, Elsevier Health Sciences. 1**:** 151 - 155.

78. Marr, C. (2011b). **Cardiac Murmurs: Valvular Regurgitation and Insufficiency**. Chapter 16 of Cardiology of the Horse. C. Marr and M. Bowen. London. Saunders, Elsevier Health Sciences. 1**:** 207 - 216.

79. Marr, C. and Mark, P. (2011). **Echocardiography**. Chapter 9 of Cardiology of the Horse. C. Marr and M. Bowen. London. Saunders, Elsevier Health Sciences. 1**:** 105 - 126.

80. Marr, C. M. and Reef, V. B. (1995). "**Physiological Valvular Regurgitation in Clinically Normal Young Racehorses: Prevalence and Two-Dimensional Colour Flow Doppler Echocardiographic Characteristics**." Equine veterinary journal 27(19): 56-62.

81. Martin Jr, B. B., Reef, V. B., Parente, E. J. and Sage, A. D. (2000). "**Causes of Poor Performance of Horses During Training, Racing, or Showing: 348 Cases (1992–1996)**." J Am Vet Med Assoc 216(4): 554-558.

82. McKeever, K., Eaton, T., Geiser, S., Kearns, C. and Lehnhard, R. (2010). "**Age Related Decreases in Thermoregulation and Cardiovascular Function in Horses**." Equine veterinary journal 42(38): 220-227.

83. Michima, L. d. S., Mirandola, R. and Fernandes, W. (2010). "**Study of Serum Creatine Kinase Isoenzyme Ckmb in Endurance Horses after Prolonged Physical Exercise**." Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science 47(1): 23-30.

84. Michima, L. E., Latorre, S. M., de Andrade, A. F. and Fernandes, W. R. (2004). "**B-Mode and M-Mode Echocardiography of Endurance Horses Raised in São Paulo State, Brazil**." Journal of Equine Veterinary Science 24(10): 451-457.

85. Miknienė, Z., Maslauskas, K., Kerzienė, S., Kučinskienė, J. and Kučinskas, A. (2013). "**The Effect of Age and Gender on Blood Haematological and Serum Biochemical Parameters in Žemaitukai Horses**." Veterinarija ir zootechnika 65(87): 1 - 7.

86. Mircean, M., Giurgiu, G., Oana, L., Mircean, V., Scurtu, I. and Muresan, C. (2010). "**Ultrasound Evaluation of Cardiac Function Following Administration of Sedatives in Horses**." Bulletin University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine 67(2): 171 - 178.

87. Nath, L., Anderson, G., Hinchcliff, K. and Savage, C. (2012). "**Serum Cardiac Troponin I Concentrations in Horses with Cardiac Disease**." Australian veterinary journal 90(9): 351-357.

88. Naylor, J. M., Yademuk, L. M., Pharr, J. W. and Ashbumer, J. S. (2001). "**An Assessment of the Ability of Diplomates, Practitioners, and Students to Describe and Interpret Recordings of Heart Murmurs and Arrhythmia**." Journal of veterinary internal medicine 15(6): 507-515.

89. Nyman, S., Kokkonen, U. and Dahlborn, K. (1998). "**Changes in Plasma Atrial Natriuretic Peptide Concentration in Exercising Horses in Relation to Hydration Status and Exercise Intensity**." American journal of veterinary research 59(4): 489-494.

90. O'Brien, P. J., Landt, Y. and Ladenson, J. H. (1997). "**Differential Reactivity of Cardiac and Skeletal Muscle from Various Species in a Cardiac Troponin I Immunoassay**." Clinical chemistry 43(12): 333-338.

91. Pan, B.-S. and Potter, J. D. (1992). "**Two Genetically Expressed Troponin T Fragments Representing Alpha and Beta Isoforms Exhibit Functional Differences**." Journal of Biological Chemistry 267(32): 252-256.

92. Patanè, S., Marte, F. and Di Bella, G. (2008). "**Abnormal Troponin I Levels During Pregnancy without Acute Coronary Syndrome and without Hypertensive Disorders**." International journal of cardiology 128(2): 47-49.

93. Patteson, M. and Blissitt, K. (1996). "**Evaluation of Cardiac Murmurs in Horses 1. Clinical Examination**." In Practice 18(8): 367-373.

94. Patteson, M. and Cripps, P. (1993). "**A Survey of Cardiac Auscultatory Findings in Horses**." Equine veterinary journal 25(5): 409-415.

95. Patteson, M., Gibbs, C., Wotton, P. and Cripps, P. (1995). "**Effects of Sedation with Detomidine Hydrochloride on Echocardiographic Measurements of Cardiac Dimensions and Indices of Cardiac Function in Horses**." Equine veterinary journal 27(519): 33-37.

96. Patteson, M. W. (1996). **Equine Cardiology**. Oxford Blackwell science LTD. 1**:** 75 - 166.

97. Peacock IV, W. F., De Marco, T., Fonarow, G. C., Diercks, D., Wynne, J., Apple, F. S. and Wu, A. H. (2008). "**Cardiac Troponin and Outcome in Acute Heart Failure**." New England Journal of Medicine 358(20): 117-126.

98. Phillips, W., Giguere, S., Franklin, R. P., Hernandez, J., Adin, D. and Peloso, J. G. (2003). "**Cardiac Troponin I in Pastured and Race-Training Thoroughbred Horses**." Journal of veterinary internal medicine 17(4): 597-599.

99. Pilliner, S. and Davies, Z. (2013). **Equine Science**. Oxford, John Wiley & Sons. 1**:** 60 - 97.

100. Radostits, O. M., Mayhew, I. G. and Houston, D. M. (2000). **Veterinary Clinical Examination and Diagnosis**, WB Saunders. 1**:** 765 - 772.

101. Reed, S. M., Bayly, W. M. and Sellon, D. C. (2017). **Equine Internal Medicine**, Elsevier Health Sciences. 1**:** 370 - 490.

102. Reeder, D., Miller, S., Wilfong, D., Leitch, M. and Zimmel, D. (2009). **Laboratory Diagnosis in Equine Practice**. Chapter 8 of Aaevt's Equine Manual for Veterinary Technicians. R. Deborah, M. Sheri, W. DeeAnn, L. Midge and Z. Dana, Wiley-Blackwell. 1**:** 190 - 205.

103. Reef, V. (1990). "**Echocardiographic Examination in the Horse: The Basics**." The Compendium on continuing education for the practicing veterinarian (USA) 12(90): 312 - 320.

104. Reef, V. (1991). "**Echocardiographic Findings in Horses with Congenital Cardiac Disease**." The Compendium on continuing education for the practicing veterinarian (USA) 1(6): 27 - 45.

105. Reef, V. B. (1985). "**Evaluation of the Equine Cardiovascular System**." Veterinary Clinics of North America: Equine Practice 1(2): 275-288.

106. Reef, V. B. (1995a). "**Evaluation of Ventricular Septal Defects in Horses Using Two-Dimensional and Doppler Echocardiography**." Equine veterinary journal 27(S19): 86-95.

107. Reef, V. B. (1995b). "**Heart Murmurs in Horses: Determining Their Significance with Echocardiography**." Equine veterinary journal 27(19): 71-80.

108. Reef, V. B., Whittier, M. and Allam, L. G. (2004). "**Echocardiography**." Clinical Techniques in Equine Practice 3(3): 274-283.

109. Reimer, J. (1993). "**Cardiac Evaluation of the Horse: Using Ultrasonography**." Veterinary medicine (USA) 1(88): 740 - 748.

110. Rosenbaum, L. S. and Januzzi, J. L. (2008). "**Moving Troponin Testing into the 21st Century: Will Greater Sensitivity Be Met with Greater Sensibility**." Cardiovascular & Haematological Disorders-Drug Targets 8(2): 118 -126.

111. Rossi, T. (2017). **Cardiac Troponin I in Standardbred Racehorses**. Population Medicine. Canada, University of Guelph. PhD**:** 147: 167 - 199.

112. Rossi, T., Pearl, D., Pyle, W., Maxie, M., Kavsak, P. and Physick-Sheard, P. (2015). "**Post Exercise Cardiac Troponin I Release and Clearance in Normal Standardbred Racehorses**." Equine veterinary journal 47(48): 27-28.

113. Rubler, S., Damani, P. M. and Pinto, E. R. (1977). "**Cardiac Size and Performance During Pregnancy Estimated with Echocardiography**." The American journal of cardiology 40(4): 534-540.

114. Rushmer, R. F. (1992). **Cardiovascular Dynamics**. Academic Medicine. Philadelphia WB Saunders. 36**:** 742.

115. Scharhag, J., Herrmann, M., Urhausen, A., Haschke, M., Herrmann, W. and Kindermann, W. (2005). "**Independent Elevations of N-Terminal Pro–Brain Natriuretic Peptide and Cardiac Troponins in Endurance Athletes after Prolonged Strenuous Exercise**." American heart journal 150(6): 128-134.

116. Schlant, R. C., Sonnenblick, E. H. and Katz, A. (1994). "**Normal Physiology of the Cardiovascular System**." Hurst's The Heart. 8th edition. McGraw Hill, New York: 113-151.

117. Schwarzwald, C. C., Hardy, J. and Buccellato, M. (2003). "**High Cardiac Troponin I Serum Concentration in a Horse with Multiform Ventricular Tachycardia and Myocardial Necrosis**." Journal of veterinary internal medicine 17(3): 364-368.

118. Slack, J., Boston, R., Soma, L. and Reef, V. (2012). "**Cardiac Troponin I in Racing Standardbreds**." Journal of veterinary internal medicine 26(5): 202-208.

119. Smith, B. P. (2015). **Large Animal Internal Medicine**. USA, Elsevier Health Sciences. 1**:** 76 - 87.

120. Sobel, B. E. and Shell, W. E. (1972). "**Serum Enzyme Determinations in the Diagnosis and Assessment of Myocardial Infarction**." circulation 45(2): 471-482.

121. Somani, D., Gahlot, R., Lakhotia, M., Choudhary, C. R. and Sangavi, S. (2005). "**Troponin I Measurement after Myocardial Infarction and Its Correlation with Left Ventricular Ejection Fraction: A Prospective Study**." Journal of Indian Academy of Clinical Medicine 6(1): 38 - 41.

122. SPSS, S. (2006). "**15.0 Command Syntax Reference**." SPSS Inc.

123. Stadler, P., Rewel, A. and Deegen, E. (1993). "**M-Mode Echocardiography in Dressage Horses, Class S Jumping Horses and Untrained Horses**." Zentralblatt fur Veterinarmedizin. Reihe A 40(4): 292-306.

124. Stevens, K., Marr, C., Horn, J., Pfeiffer, D., Perkins, J., Bowen, I., Allan, E., Campbell, J. and Elliott, J. (2009). "**Effect of Left-Sided Valvular Regurgitation on Mortality and Causes of Death among a Population of Middle-Aged and Older Horses**." The Veterinary Record 164(1): 6-10.

125. Susan, E. A. and Michael, A. M. (2016). **The Merck Veterinary Manual**. USA, Merck & Co**:** 4 - 145.

126. Talwar, P. and Kondareddy, T. (2017). "**Ldh as a Prognostic Marker in Hypertensive Pregnancy**." International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology 6(6): 2444-2446.

127. Teixeira-Neto, A. R., Ferraz, G. d. C., Moscardini, A. R. C., Balsamão, G., Souza, J. C. F. and Queiroz-Neto, A. d. (2008). "**Alterations in Muscular Enzymes of Horses Competing Long-Distance Endurance Rides under Tropical Climate**." Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 60(3): 543-549.

128. Tharwat, M., Al-Sobayil, F. and Al-Sobayil, K. (2012). "**The Cardiac Biomarkers Troponin I and Ck-Mb in Nonpregnant and Pregnant Goats, Goats with Normal Birth, Goats with Prolonged Birth, and Goats with Pregnancy Toxemia**." Theriogenology 78(7): 500-507.

129. Undhad, V. V., Fefar, D. T., Jivani, B., Gupta, H., Ghodasara, D. J., Joshi, B. P. and Prajapati, K. S. (2012). "**Cardiac Troponin: An Emerging Cardiac Biomarker in Animal Health**." Vet World 5(8): 508-511.

130. Vasan, R. S. (2006). "**Biomarkers of Cardiovascular Disease**." circulation 113(19): 335-362.

131. Victor, C. S. (1997). **Clinical Examination of Horses**. USA, Saunders publisher 1**:** 150 - 153.

132. Vörös, K., Holmes, J. and GIBBS, C. (1990). "**Anatomical Validation of Two-Dimensional Echocardiography in the Horse**." Equine veterinary journal 22(6): 392-397.

133. Welker, F. and Muir, W. (1990). "**An Investigation of the Second Heart Sound in the Normal Horse**." Equine veterinary journal 22(6): 403-407.

134. Young, L., Marlin, D., Deaton, C., Brown-Feltner, H., Roberts, C. and Wood, J. (2002). "**Heart Size Estimated by Echocardiography Correlates with Maximal Oxygen Uptake**." Equine veterinary journal 34(34): 467-471.

135. Young, L., Rogers, K. and Wood, J. (2005). "**Left Ventricular Size and Systolic Function in Thoroughbred Racehorses and Their Relationships to Race Performance**." Journal of Applied Physiology 99(4): 278-285.

136. Young, L., Rogers, K. and Wood, J. (2008). "**Heart Murmurs and Valvular Regurgitation in Thoroughbred Racehorses: Epidemiology and Associations with Athletic Performance**." Journal of veterinary internal medicine 22(2): 418-426.

137. Young, L. E. and Scott, G. (1998). "**Measurement of Cardiac Function by Transthoracic Echocardiography: Day to Day Variability and Repeatability in Normal Thoroughbred Horses**." Equine veterinary journal 30(2): 117-122.

138. Zucca, E., Ferrucci, F., Croci, C., Di Fabio, V., Zaninelli, M. and Ferro, E. (2008). "**Echocardiographic Measurements of Cardiac Dimensions in Normal Standardbred Racehorses**." Journal of veterinary cardiology 10(1): 45-51.

139. Zucca, E., Ferrucci, F., Stancari, G., Argentiero, D. and Ferro, E. (2010). "**Evaluation of Cardiac Troponin I Serum Concentration in Standardbred Horses before and after Strenuous Exercise on Treadmill**." Ippologia 21(4): 3-9.