تقييم دور خلاصة مجموعة من النباتات الطبية مع العسل وفيتامين ب (مكمل إنرجي فورت) في تحسين بعض المؤشرات الأنزيمية للتلف العضلي (AST-CK) عند الخيول العربية الأصيلة قبل وبعد السباق

*د. عبد الملك فواز كرزون **أ.د. أسعد العبد ***د. سلوى الدبس

(الإيداع: 28 آيار 2023، القبول: 30 تموز 2023)

الملخص:

أُجريَّ هذا البحثِ لدراسةِ الاستجابات الفيزيولوجية في الخيول العربية الأصيلة من خلالِ معرفة التغيرات البيوكيميائية في مستوى ناقلة أمين الأسبارتات والكرياتين كاينازقبل وبعد سباق 1600 متر ومعرفة تأثير الخلاصات الطبية لنباتات الجينسنغ والأملج والقسط الهندي والقولنجان وبذور الكرفس والخردل بالإضافة إلى مجموعة فيتامين ب والعسل الموجودة ضمن مُستحضر أو مُكمِل إنرجي فورت في تحسين الاستجابات الفيزيولوجية والتخفيف من بعض آثارِ التلف والتَعب العضلي بعد السباق.

وُزعتْ الخيول إلى خمسة مجموعات، ضمت كل مجموعة ستة خيول بأوزان متقاربة وفق التالي:

المجموعة الأولى (G1): مجموعة الشاهد الطبيعي تُركت الخيولُ دونَ إجراء أي سباق أو تمرين رياضي، لمعرفةِ القيم الطبيعيةِ للمتغيرات الفيزيولوجية المدروسة (ناقلة أمين الأسبارتات والكرياتين كاينازِ)، واعتُبرت على أنها مجموعة شاهد سلبي.

المجموعة الثانية (G2): خَضَعتْ الخيول لسباق سرعة بمسافة (1600) متر، ثم جُمعتْ منها عينات الدم بعد السباق مباشرةً، حيث اعتُبرتْ هذه المجموعة شاهد إيجابي للمجموعة الثالثة.

المجموعة الثالثة (G3): أُعطيتْ الخيولُ في هذه المجموعة مكمل إنرجي فورت بجرعة مقدارها 2 مل/100 كغ وزن حي قبل سباق 1600 متر مباشرةً، ثم جُمعت منها عينات الدم بعد السباق مباشرةً.

المجموعة الرابعة (G4): خَضَعتْ الخيولُ لسباق سرعة بمسافة (1600) متر، ثم جُمعت منها عينات الدم بعد السباق مباشرةً، حيث أُعتبرت هذه المجموعة شاهد إيجابي للمجموعة الخامسة.

المجموعة الخامسة (G5): خَضَعت الخيول في هذه المجموعة لسباق سرعة مسافة (1600) متر، ثم أُعطيت مُكمِلُ إنرجي فورت بجرعة مقدارها 2 مل/100 كغ وزن حي بعد السباق مباشرةً، وبعَدَ نصف ساعةً من إعطاء المُكمل جُمِعَتْ عينات الدم من هذه المجموعة.

تمَّ الحصول على جميع العينات الدموية من الوريد الوداجي.

أظهرت النتائج: حدوثَ تغيراتٍ حقيقيةٍ في الاستجابات الفيزيولوجية تمثلت بحدوثِ ارتفاع معنوي ($P\leq0.0001$) في متوسطات تركيز ناقلة أمين الأسبارتات والكرياتين كاينازبعد السباق في مجموعات الشاهد الإيجابي **(G2-G4)** عندَ مقارنتهما مع مجموعة الشاهد الطبيعي **(G1)**، وحدوثِ انخفاض معنوي ($P\leq0.0001$) في متوسطات تركيز ناقلة أمين الأسبارتات والكرياتين كاينازبعدَ السباق في مجموعات السباق **(G3-G5)** المعطاة مُكمِل إنرجي فورت قبل وبعدَ السباق عندَ مقارنتهما مع مجموعة الشاهد الإيجابي **(G2-G4)**.

الكلمات المفتاحية: الاستجابات الفيزيولوجية، ناقلة أمين الأسبارتات، الكرياتين كاينازِ، التعب العضلي، التلف العضلي، التكيفات الفيزيولوجية، اللياقة البدنية، الخيول العربية الاصيلة.

*طالب دراسات عليا (دكتوراه)-اختصاص الفيزيولوجيا – قسم وظائف الأعضاء-كلية الطب البيطري-جامعة حماة.

** أستاذ دكتور الفيزيولوجيا المرضية -قسم وظائف الأعضاء-كلية الطب البيطري- جامعة حماة.

*** دكتورة الأدوية والسموم -قسم وظائف الأعضاء-كلية الطب البيطري- جامعة حماة.

Evaluation of The Role of Some Medicinal Plants Extract with Honey and Vitamin B (Energy Fort Supplement) In Improving Some Enzymatic Indicators of Muscle Damage (AST-CK) In Purebred Arabian Horses Before and After the Race

Dr. ABDUL MALEK KARZOUN ** Prof. Dr. ASAD ALABED ***Dr. SALWA AL DEBS *

(Received: 28 May 2023, Accepted: 30 July 2023)

ABSTRACT:

This research was conducted to study the physiological responses in purebred Arabian horses by knowing the biochemical changes in the level of Aspartate aminotransferase and Creatine kinase before and after the 1600-meter race and knowing the effect of medicinal extracts of *Ginseng, Phyllanthus, Saussurea Costus, Alpinia, Celery And Mustard Seeds*, in addition to the vitamin B group and honey included in the Energy Fort preparation, in improving Physiological responses and alleviation of some of the effects of post-race muscle fatigue. ***The horses were distributed into five groups, each group included six horses with similar weights according to the following: The First Group (G1):*** **the normal control group**. The horses were left without any race or exercise, to know the normal values of the studied variables (AST, CK).

-***The Second Group (G2):*** The horses underwent a 1,600-meter gallop, then blood samples were collected from them immediately after the race, as this group was considered a positive control for **The Third Group**.

-***The Third Group (G3):*** The horses in this group were given an Energy Fort supplement at a dose of 2 ml / 100 kg of live weight immediately before the 1600-meter race, and then blood samples were collected from them immediately after the race. ***The Fourth Group (G4):*** The horses underwent a 1,600-meter gallop, then blood samples were collected from them immediately after the race, as this group was considered a positive control for **The Fifth Group**. ***The Fifth Group (G5):*** The horses in this group underwent a 1,600-meter gallop, then were given Energy Fort supplement at a dose of 2 ml/100 kg live weight immediately after the race, and half an hour after giving the supplement, blood samples were collected from this group.***All blood samples were obtained from the jugular vein.*** The results showed that real changes occurred in the physiological responses, represented by a significant increase in the average concentrations of Aspartate aminotransferase and Creatine kinase after the race in the positive control groups (G4-G2) when compared with the group of the normal control (G1), and a significant decrease in the average concentrations of Aspartate aminotransferase and Creatine kinase after the race in the groups Race (G5-G3) given Energy Fort supplement before and after race when compared with a positive control group (G2-G4)

Keywords: Physiological Responses, Aspartate aminotransferase, Creatine kinase, Muscle Fatigue, Muscle Damage, Physiological Adaptations, Physical Fitness, Purebred Arabian Horses.

*Postgraduate student (doctorate) - physiology- Department of Physiology - Faculty of Veterinary Medicine - Hama University.

**Professor of physiology - Department of Physiology - Faculty of Veterinary Medicine - Hama University.

*** Doctor of Pharmacology and Toxicology – Department of Physiology – Faculty of Veterinary Medicine – University of Hama

1- المقدمة Introduction:

تُعَد الخيول العربية الأصيلة Purebred Arabian Horses واحدةً من أقدمِ السلالات في العالم والتي لها الدور الكبير في تطويرِ سلالاتٍ جديدةٍ من الخيول في العصر الحديث (Cosgrove et al., 2020) ومن المعروف أن الخيولَ العربيةَ من أجملِ سلالات الخيول في العالم قاطبةً، حيثُ تمتاز بتوازنها وتناسقُ حركتها وكتلتُها العضلية ومظهرُها الأنيق، ولجمالِها ورشاقتِها وألوانِها الساحرة مراتب عديدة جعلت لها أسماء وأنسابٍ مختلفة (Fontanel et al., 2020). وتحتلُ الخيولَ العربيةَ الأصيلةَ المرتبة الأولى عالمياً في سباقات التحمل (Witkowska-Piłaszewicz et al., 2021)، في حين تحتلُ المرتبة الثانية عالمياً في سباقات السرعة بعدَ خيول ثوروبريد Thoroughbred وستاندربريد Standardbreds المهجنة من خيول عربية بالأصل (Fontanel et al., 2020; ARO.2023)، وقد استُخدمتْ الخيولُ العربية تاريخياً لتحسينِ مجموعةٍ من الصفاتِ في سلالات الخيول الأخرى وذلك لامتلاكِها خصائص وصفات فيزيولوجية فريدة جعلتها في المراتب الأولى عالمياً (Önder et al., 2022).

يبلغُ متوسطَ سرعةِ خيول السباق 17 متر/ ثانية أثناء السباقات (Mercier and Aftalion., 2020)، ويطلبُ من الخيولِ الحفاظَ على هذه السرعة لأكثر من دقيقتين في السباقات العالمية مثل كنتاكي ديربي Kentucky Derby أو إبسوم ديربي Epsom Derby وغيرها (Gardner, 2016) مثل هذه التمارين عالية الكثافة والتي تسمى بسباقات السرعة يمكن أن تسبب التعب، مما يؤدي إلى عدم قدرة الخيول على الحفاظ على سرعتِها في الجزءِ الأخيرِ من السباقات (Takahashi et al., 2021)، حيث تُعدُ مشكلةَ التعبِ العضليِ Muscle Fatigue (MF) من أهمِ المشاكلِ التي تواجه الخيول الرياضية خلال موسم السباق (مرحلة التدريب) وأثناء وبعد السباق (Witkowska-Piłaszewicz., 2021; Takahashi et al., 2020) والناتج عن استجابات فيزيولوجية معقدة والتي لها أسباب كثيرة أهمُها عدم وصول الخيول إلى مرحلةِ التكيفِ الفيزيولوجي أثناء مرحلة التدريب و تحميلُ الخيول أقصى من قدرتِهم القصوى أثناء السباق وفي الغالبِ تُؤدي هذه الاستجابات والتغيرات إلى نشوءِ العديدِ من الاضطرابات والأمراضِ نتيجة تراكم الجذور الحرة وحدوث الحماض الاستقلابي وغيرها من الاضطرابات الأخرى، وفي بعض الأحيان تؤدي إلى الموت (Arfuso et al.,2022). ولطالما كانت مشكلة التعب العضلي مرتبطة ارتباط وثيق مع التلف العضلي الناجم عن التدريب أو السباق كان من الأهمية بمكان دراسة ارتباطهما في العديد من الأبحاث حيث يتم تحديد أداء الخيول الرياضية من خلال العديد من العمليات الفيزيولوجية المعقدة والمترابطة والمتشابهة مع الضغوطات الأخرى والتي تتطلب استجابات فيزيولوجية كافية لإعادة الاستتباب إلى الأعضاء المجهدة (Bos et al., 2018). وأن أحد أهم الأعضاء التي تتأثر بالتدريب والسباق هي العضلات، والتي غالباً ما تعاني من ضرر بنيوي مجهري بسبب الجهد العضلي المبذول والناتج عن ضغط الفارس للحفاظ على السرعة والذي يؤدي إلى أمراض عضلية (Boffi., 2007). ولابد من الإشارة إلى أن العديد من الباحثين قارن بين الاستجابات الفيزيولوجية والتكيفات العضلية التي تحدث بعد السباق وكذلك البرامج التدريبية مع شدات تمارين مختلفة (Eaton et al., 1999; Sinha et al., 1993)، وقام آخرون بفحص التأثير المشترك لكثافة ومدة التمرين (Gansen et al., 1999) ، أو قيموا التعافي الكافي بعد التمرين والسباق مع استخدام المكملات أو بدونها (Bookbinder et al., 2019). ونتيجةً لذلك حدد الباحثين المؤشرات التشخيصية النوعية والدقيقة لتلف العضلات والناجم أصلاً عن التعب العضلي نتيجة ترابط العمليات والاستجابة الفيزيولوجية حيث يؤدي عبء الجهد البدني المتكرر إلى تلف الجهاز العضلي المستمر والذي يمكن تقييمه من خلال التحليلات المخبرية النوعية لبعض

مكونات المصل مثل اليوريا والكرياتينين (CREA) والإنزيمات مثل الكرياتين كاينار (CK) وناقلة أمين الأسبارتات (AST) ونازعة اللاكتات ديهيدروجيناز (LDH) (Soares et al., 2013; Bos et al., 2018).

وبشكلٍ عام أظهرتْ الدراسات التي أُجريتْ على خيولِ السباق التي تُمارسُ نشاطاً بدنياً عالي الكثافة سواءً في التدريب الذي يُحاكي السباقَ أثناء موسم السباق أو في سباق 1600 متر حدوث تغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية تمثلتْ بحدوثِ تغيرات بيوكيميائية وأنزيمية وحدوث ارتفاع معنوي في مستوى الأنزيمات التي تدل على التعب والضرر العضلي مثل انزيم اللاكتات ديهيدروجيناز Lactate Dehydrogenase (LDH) وأنزيم الكرياتيتن كاينار Creatine Kinase (CK) وناقلة أمين الآلانين Alanine ALT)Aminotransferase) وناقلة أمين الأسبارتات Aspartate Aminotransferase (AST) وتغيرات معنوية في مستويات الشوارد والبروتينات والدهون (Wang et al., 2023; Zuluaga Cabrera et al., 2022; Bos et al., 2018; Muñoz et al., 2002; Kedzierski et al., 2006)، حيث قد يمنحنا فهمَ آثارَ التعبَ رؤى حولَ كيفية تكيفِ الخيول مع ظروف التعب ويساعدُ في تقييمِ التغيرات في شكل الاستجابات الفيزيولوجية للخيول مع التعب والتلف العضلي (Takahashi et al., 2021).

وقدَ اقترحَ العديدَ من الباحثين طرقاً لتحسينِ الاستجابات الفيزيولوجية والتخفيف من أثارِ التعبِ والتلف العضلي وكذلك التخفيف من وَطْئِهما –كونهما المعوقَان الرئيسيَان للإنجازِ الرياضي وحدوث الاضطرابات والأمراض– والوصول إلى مرحلة التكيفات الفيزيولوجية عندَ الخيول قبل السباق (فترة التدريب)، واثناء السباق، وبعد السباق (فترة الاستشفاء)، وكذلك زيادة القوة العضلية في الاندفاع، وزيادة قوة التحمل وتحسين مرحلة الاستشفاء العضلي التي تعقب السباق والتمرين من خلال تأمين مصادر إضافية طبيعية للطاقة مع استخدام مزيج من مضادات الأكسدة والالتهاب أثناء العديد من التمرينات الرياضية والسباقات المختلفة، وذلك للوصول إلى أعلى كفاءة رياضية خلال السباقات المختلفة وبأقل تأثيرات جانبية على الخيول (Elghandou et al.,2018). حيث أُستُخدمتْ المكملات الغذائية والعقاقير والمستحضرات الطبية والخلاصات النباتية للمساعدةِ في الوقايةِ من آثار التعبِ وكذلك التلف العضلي ومن نقصِ الفيتامينات والمعادن والشوارد والاضطرابات الأخرى بعد السباق وكذلك لتحسينِ الاستجابات الفيزيولوجية وتحسينُ الصحةِ العامةِ والأداءِ الرياضي (Murray et al., 2021).

ومن الجدير بالذكر ان هناك طيف واسع جدا من المكملات الغذائية الخاصة بصحة الانسان والتي تعمل على موازنةِ النظامِ الغذائي والاستقلابي، وتحسينُ الأداءِ الرياضي والتخفيفُ من أثار التعبِ العضلي ومن المشكلات الصحية الأخرى، وبالمقابل فقد كان هناك كثافة في انتاج المكملات الصحية عند الخيول على مدارِ العشرين عاماً الماضية. وقد نتجَ عن ذلك مجموعةً هائلةً من المكملات المتاحةِ لأصحابِ الخيولِ (Murray et al., 2021). ومن هُنا نشأَتْ مساعدات أو مكملات الطاقة أو ما يسمى بأداةِ توليد الطاقة وهي أي تقنية تدريب، أو جهاز ميكانيكي، أو مُستحضَر أو ممارسة غذائية، أو طريقة دوائية، أو تقنية نفسية يمكنها تحسين القدرةِ في أداءِ التمرين أو تعزيز تكيفات التدريب الناتجة عن الاستجابات الفيزيولوجية وقد تساعدُ مكملات الطاقة في الإعدادِ للسباق، وتحسينُ كفاءَة الاستجابات الفيزيولوجية أثناء السباق، وتعزيز مرحلة الاستشفاء بعد السباق، أو المساعدة في الوقاية من الإصابات العضلية أثناء التدريب المكثف. على الرغم من أن هذا التعريف يَبدو واضحاً إلى حدٍ ما، إلا أن هناك جدلاً كبيراً بشأن القيمةِ المولدةِ للطاقة للمكملات الغذائية المختلفة، ولكن بشكل عام يُوجَد إجماع من قِبلِ الباحثين على أن المكملات مولدات للطاقة ومساعدات في مرحلة الاستشفاء من خلال خاصيات مضادات الأكسدة والالتهاب التي تتمتع بها، إذْ أَظهرتْ الدراسات من قبل الباحثين أن المكملات تُعزز بشكلٍ كبيرٍ من أداءِ التمرينِ الذي يُحاكي السباقُ أو المهمة الرياضية بعد فتراتٍ مختلفةٍ من الإعطاء (على سبيل المثال، يُعززُ المُكملُ الزيادات في القوة القصوى وسرعة الجري و / أو العمل أثناء مهمة تمرين معينة). ومن ناحيةٍ أخرى قد يكون للمكملِ أيضاً قيمةَ مولدٍ لطاقةِ

إذا كان يُعززُ بشكلٍ كبيرٍ من قدرةِ الرياضي على أداءِ مهمة تمرينٍ واحدٍ أو يُعززُ مرحلةُ الاستشفاء والتعافي من نوبةِ تمرينٍ واحدٍ (Kerksick et al., 2018). وفي الآونةِ الأخيرةِ ظهرتْ المكملات متعددةُ النباتات الطبية عند الخيولِ والتي تحتوي على العديدِ من الخلاصات النباتية والمغذيات الدقيقة (الفيتامينات) (Grigore et al., 2022 ;Cecchini et al., 2014) وازدادتْ شعبيةُ فئةٍ جديدةٍ من المكملات النباتية وتسمى مكملات ما قبل السباق متعددة المكونات ويهدف تناول هذه المكملات قبل التمرين لتحسينِ الإداءِ الرياضِي أَثنَاء النشاط البدني وتحسينِ الاستجابات الفيزيولوجية أثناء موسم التدريب وبعد السباق حيث تحتوي عادةً على مزيج من المكونات مثل الكافيين والكرياتين والعديد من الخلاصات النباتية والفيتامينات (Harty et al. 2018).

وأشارت العديد من الأبحاث إلى أن الخلاصات النباتية للجنسينغ، الأملج، القولنجان، القسط الهندي وبذور الكرفس والخردل تشترك بخاصيات عديدة أهمها مضادات الأكسدة ومضادات الالتهاب حيث تساهم في كسح الجذور الحرة المتولدة عن السباق والتدريب وكذلك تساهم في تحسين مرحلة الاستشفاء والتعافي من الضرر العضلي من خلال تحسين وتنظيم العمليات الالتهابية الناجمة عن التلف العضلي، حيث ثبت في الأبحاث أن تلك الخلاصات للنباتات الطبية المذكورة أعلاه تحافظُ على وظيفةِ العضلات وتُعزز إصلاح أضرار العضلات (Zha et al., 2022)، كما بينت الدراسات أنَّه يمكنُ أنْ يؤدي إعطاء تلك الخلاصات قبل وبعد التمرين والسباق إلى التخفيفِ من إصابةِ العضلات التي تسببها التمارين والحفاظُ على تركيز انزيمات مصل العضلات (AST-CK) ضمن الحدود الطبيعية وتحسينُ القدرة على التحمل ودعم تعافي العضلات عن طريق تقليل بيروكسيد الدهون وتحطيم الجذور الحرة بفضل الخوص المضادة للأكسدة وكذلك وتعزيز التكيف الالتهابي بفضل الخواص المضادة للالتهاب التي تتمتع بها تلك النباتات (Lin et al., 2022). حيث يؤدي الجمع بين الخلاصات و الفيتامينات إلى إحداثِ تأثيرٍ تآزُرِي للموادِ الفعالةِ وتحسين أداء التمرين الشاق وتحسين ما يليه من استجابات وتكيفات (Jagim et al., 2019)، وكذلك تقليلُ الآثارِ الضارةِ للإجهادِ التأكُسدي الناجم عن الجذور الحرة المتولدة أثناء السباق (Rossi et al., 2021;Smarsh et al. 2010).

وكذلك أثبتت الدراسات أن العسل مصدر مهم للطاقة اللازمة للرياضيين أثناء السباق والتمرينات الرياضية وذلك نظراً لإحتوائه على تركيز عالي من الكربوهيدرات وكذلك الفينولات والفلافونيدات التي لها خصائص مضادة للأكسدة ومضادة للالتهاب، وكلا الخاصيتين التي يتمتع بهما العسل قد تحقق توازناً مناسباً بين الحاجة الماسة للطاقة أثناء السباق وكبح الجذور الحرة الناتجة عن السباق وتحسين العمليات الالتهابية في العضلات في مرحلة التعافي والاستشفاء، وتحقيقاً لهذه الغايات بدأت مجموعة صغيرة من الأبحاث في الظهور حول التطبيق المحتمل للعسل كاستراتيجية إما لتعزيز الأداء الرياضي، أو تحسين التعافي، أو التأثير على الاستجابات الفيزيولوجية للتمارين الرياضية (Hills et al. 2019).

ولا يخفى على أحد دور مجموعة فيتامين B في تنظيمِ الاستقلاب المولد للطاقة، حيث أثبتتْ الدراسات أنَّ لمجموعة فيتامين B دوراً في تحطيم الجذورِ الحرة المُتولدة أثناء السباق وتخفيف التعب العضلي المرتبط بالتلف العضلي والذي قد يكون له دوراً في خفضِ تركيز الكرياتين كاينازCK وناقلة أمين الاسبارتات AST وتحسين الاستجابات الفيزيولوجية وزيادة قوة العضلات من خلال الاستقلاب المتكامل للطاقة. (Tardy et al., 2020).

وعلى غرار بعض الدراسات التي عملتْ على تقييمِ استخدام المكملات التجارية في الولايات المتحدة الأمريكية والمملكة المتحدة والتي تُشيرُ إلى الاستخدام الواسع النطاق للمكملات الحاوية على العديد من الخلاصات النباتية الطبية والفيتامينات عند الخيول (Murray et al., 2021 ; Burk and Williams., 2008) مع اعتمادُهُم على نهجِ البحث العلمي المَبني على الاستبيانِ لمعرفةِ دور المُكمِلات. **وعلى الرغم** من أنّ الكثيرَ من المكملات المُصنعة من قبل الشركات التجارية يدّعون فيها تحسينُ الأداءِ أو التخفيف من المشكلات والاضطرابات الصحية، إلا أنّه لا يزالُ هناك ندرةً في الدراساتِ القائمةِ على

الأدلةِ لدعمِ هذه الادعاءات. وبالتالي، فإنّ مالكي الخيولُ لديهِم إمكانيةُ الوصولِ إلى مجموعةٍ واسعةٍ من المكملات مع القليل من الأدلة العلمية أو عدم وجودها لدعم فعاليتها (Geor., 2006). **ومن ذلك المنطلق وبناءً على المعلومات العلمية المنشورة في الأبحاث العالمية توجب علينا** تقييم إحدى المنتجات المصنعة محلياً حيث عملنا في بحثنا هذا على التعاونُ مع شركة الفارابي لتصنيعِ الأدوية البيطرية والزراعية وتمَّ تحضيرُ الخلاصات النباتية من النبات الطبية: الجنسينغ، الأملج، القولنجان، القسط الهندي وبذور الكرفس والخردل ومجموعة فيتامين (ب) وتحميلها على العسل وفق الشروط العلمية في مُكمِلٍ واحدٍ يسمى إنرجي فورت وبعد إجراء عدة دراسات تجريبية للمكمل على حيوانات التجربة، تمَّ الآنّ الانتقال إلى مرحلة تقيم المكمل علمياً والتحقق من فعاليتهِ عند الخيول.

2- الهدف من البحث The Aim of the Research:

- ❖ دراسةُ الاستجابات الفيزيولوجية من خلالِ معرفة التغيرات البيوكيميائية في مستوى ناقلة أمين الأسبارتات والكرياتين كاينازِ في مصل الدم قبلَ وبعدَ سباقِ 1600 متر.
- ❖ معرفةِ دور مكمل إنرجي فورت عند إعطائه للخيول الرياضية قبلَ وبعدَ سباقِ 1600 متر في تحسين الاستجابات الفيزيولوجية وفي التخفيفِ من بعض آثار التلف والتعب العضلي.

3- المواد وطرائق العمل Materials and Methods:

3-1 حيوانات التجربة Experimental Animals:

أُجريتْ الدراسةُ على خيول السباق العربية الأصيلة في المرابطِ التابعةِ للجمعيةِ السوريةِ للخيول العربية الأصيلة، وأُجريت السباقات في نادي باسل الأسد للفروسية في مدينة حماة، وذلك في فصل الصيف خلال الفترة الوقعة في (5-2022-26).

3-2 تصميم التجربة Design of Experiment:

وُزعتْ الخيولُ إلى خمسة مجموعات، ضمت كل مجموعة ستة خيول بأوزان متقاربة **وفق التالي:**

i. **المجموعة الأولى G1: مجموعة الشاهد الطبيعية** تُركت الخيول دون إجراء أي سباق أو تمرين رياضي وخَضَعتْ لظروف التربية والتغذية والتدريب كما هو مُطبق في المربط.
ii. **المجموعة الثانية G2: مجموعة الشاهد الايجابية الأولى** خَضَعتْ الخيولُ لسباق سرعة بمسافة (1600) متر وعدت كمجموعة شاهد إيجابي للمجموعة الثالثة وكانت خاضعة لظروف التربية والتغذية والتدريب كما هو مُطبق في المربط .
iii. **المجموعة الثالثة G3: مجموعة السباق الأولى** خَضَعتْ الخيولُ لسباق سرعة مسافة (1600) متر، وأُعطيت جرعة مقدارها 2 مل/ 100 كغ وزن حي من مكمل إنرجي فورت الحاوي على الخلاصات المائية للنباتات الطبية (القسط الهندي، بذور الكرفس، بذور الخردل، الجنسنغ، القولنجان، الأملج) بالإضافةِ إلى (عسل صافي، مجموعة فيتامينات B طبيعية المنشأ) **قبل السباق.**
iv. **المجموعة الرابعة G4: مجموعة الشاهد الايجابية الثانية** خَضَعتْ الخيولُ لسباق سرعة بمسافة (1600) متر وعدت كمجموعة شاهد إيجابي للمجموعة الخامسة وكانت خاضعة لظروف التربية والتغذية والتدريب كما هو مطبق في المربط .
v. **المجموعة الخامسة G5: مجموعة السباق الثانية** خَضَعتْ الخيولُ لسباق سرعة مسافة (1600) متر، وأُعطيت جرعة 2 مل/ 100 كغ وزن حي من مكمل إنرجي فورت الحاوي على الخلاصات المائية للنباتات الطبية (القسط

الهندي، بذور الكرفس، بذور الخردل، الجنسنغ، القولنجان، الأملج) بالإضافة إلى (عسل صافي، مجموعة فيتامينات B طبيعية المنشأ) **بعد السباق.**

❖ **يجب الإشارة إلى أن:**

a. خَضَعتْ جميع خيول الدراسةِ لظروف تربية، وتغذية، وتدريبات رياضية متماثلة حيثُ أُجريت التجربة ضمن الظروف الطبيعية خلالَ التحضيرات الموسمية للسباقات المحلية.

b. خيول المجموعة الثالثة G3 هي نفسُ خيول المجموعة الثانية G2 مع مراعاة وجود فترة راحة كافية بينَ السباقان.

c. خيول المجموعة الخامسة G5 هي نفسُ خيول المجموعة الرابعة G4 مع مراعاة وجود فترة راحة كافية بينَ السباقان.

3-3 جمع العينات الدموية Blood Samples:

❖ تمَّ الحصول على جميع العينات الدموية من الوريد الوداجي، حيث تم سحب 20 مل من الدم الوريدي في المحقن وقُسمت إلى قسمين بحيث تم وضع 10 مل من الدم في أنابيب اختبار تحوي على مانع تخثر (EDTA) وذلك للتحاليل الدموية و10 مل في أنابيب اختبار لا تحوي مانع تخثر وذلك للتحاليل البيوكيميائية.

❖ تمَّ حفظ جميع العينات عند درجة 8 مئوية لمدة تصل إلى ساعتين قبل إجراء التحليلات الدموية والبيوكيميائية.

❖ ثم نُقلت العينات مباشرةً إلى مخبر وظائف الأعضاء في كلية الطب البيطري في حماة، حيث ثُفلت العينات الدموية التي لا تحوي على مانع تخثر باستخدام جهاز الطرد المركزي من طراز KUBOTA 5400 ياباني الصنع وتثفيلها بسرعة 2200 دورة بالدقيقة لمدة 10 دقيقة، بغية الحصول على مصل الدم. تم وضع المصل في أنابيب أبندورف Eppendorf Tube، ورُقمت العينات ثم حُفظت بدرجة حرارة -20° درجة مئوية لحين إجراء الفحوصات الكيميائية الحيوية. تمت جميع المراحل بحسب (Bos and Lindner, 2018)

❖ **جُمعت العينات الدموية وفق الترتيب التالي:**

- المجموعة الأولى (G1): تمَّ جمع العينات الدموية منها مرة واحدة ولم تخضع قبل الدخول في أي سباق خلال موسم السباق (لدراسة الاستجابات الفيزيولوجية قبل السباق).
- المجموعة الثانية (G2): تمَّ جمع العينات الدموية منها بعد سباق سرعة مسافة 1600 متر مباشرةً (لدراسة الاستجابات الفيزيولوجية بعد السباق مباشرةً).
- المجموعة الثالثة (G3): تمَّ جمع العينات الدموية منها بعد حقن المستحضر وسباق سرعة مسافة 1600 متر بعد انتهاء السباق (لدراسة تأثير المكمل في الاستجابات الفيزيولوجية بعد السباق مباشرة).
- المجموعة الرابعة (G4): تمَّ جمع العينات الدموية منها بعد سباق سرعة مسافة 1600 متر مباشرةً (لدراسة الاستجابات الفيزيولوجية بعد السباق مباشرةً).

- المجموعة الخامسة (G5): تمَّ جمع العينات الدموية منها بعد حقن المستحضر وسباق سرعة مسافة 1600 متر وبعد نصف ساعةٍ تقريباً من انتهاء السباق (لدراسة تأثير المكمل في الاستجابات الفيزيولوجية بعد فترة وجيزة من السباق).
-

4-3 التحاليل المخبرية لقياس ومعايرة مكونات الدم البيوكيميائية:

أُنجزتْ الاختبارات الكيميائية الحيوية المطلوبة بالتعاون مع مخبر خاص حيثُ تم استخدام جهاز المطياف الضوئي للاختبارات الأنزيمية اللونية (Spectrophotometer-20 Genesys).

❖ **تقدير مستوى ناقلة أمين الأسبارتات في مصل الدم:**

تمَّ قياس مستوى ناقلة أمين الأسبارتات في مصل الدم باستخدام الطريقة الأنزيمية (Gella et al., 1985) التي تضمنت استخدام عتيدة التحليل (Kits) والمصنعة من قبل شركة (BIOSYSTEMS) لصناعة الكواشف، حيث كان مبدأ التفاعل بالشكل لتالي:

$$Aspartate + 2-Oxoglutarate \xrightarrow{AST} Oxalacetate + Glutamate$$

$$Oxalacetate + NADH + H^{+} \xrightarrow{MDH} Malate + NAD^{+}$$

حيث أُجري الاختبار حسب توصيات الشركة المُنتجة، وتمت قراءة نتائج العينات على طول موجة (340) نانومتر.

❖ **تقدير مستوى الكرياتين كاينار في مصل الدم:**

تمَّ قياس مستوى الكرياتين كاينار في مصل الدم باستخدام الطريقة الأنزيمية (IFCC, 1989) التي تضمنت استخدام عتيدة التحليل (Kits) والمصنعة من قبل شركة (BIOSYSTEMS) لصناعة الكواشف، حيث كان مبدأ التفاعل بالشكل لتالي:

$$Creatine\ Phosphate + ADP \xrightarrow{CK-M} Creatine + ATP$$

$$ATP + Glocose \xrightarrow{HK} ADP + Glocose-6-Phosphate$$

$$Glocose-6-Phosphate + NADP^{+} \xrightarrow{G6P-DH} Gloconate-6-Phosphate + NADPH + H^{+}$$

حيث أُجري الاختبار حسب توصيات الشركة المُنتجة، وتمت قراءة نتائج العينات على طول موجة (546) نانومتر.

4- الدراسة الإحصائية:

تمَّ إدخال النتائج التي تمَّ الحصول عليها إلى الحاسوب وحُللت باستخدام برنامج (IBM SPSS Statistics /version 25) وحُسبت قيمةَ P بطريقة تحليل التباين وحيد الاتجاه (One-way ANOVA)، وتمَّ الحصولَ على المتوسط (Mean) والانحراف المعياري للمتوسط (Standard Deviation of Mean (SD، وذلك في كل مجموعة معاملة، وفي كل مرحلة من مراحل التجربة، لتحديدِ فيما إذا كانت الفروق معنوية أم لا. وتمَّ احتساب الفرق معنوياً عند مستوى احتمال ($P \leq 0.05$).

وكذلك تم استخدامِ المعادلات الإحصائية للعلماء (Tukey, LSD) و (Tamhane, Dunnett) التي تستخدم في المجتمعات الإحصائية الصغيرة وذلك من أجل معرفة دقة الفروقات المعنوية.

5- النتائج Results:

1- نتائج التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات ناقلة أمين الأسبارتات عند الخيول الرياضية:

i. نتائج متوسطات تراكيز ناقلة أمين الأسبارتات في مجاميع التجربة: الجدول رقم (1)

- بلغ متوسط مستوى تركيز ناقلة أمين الأسبارتات في مجموعة الشاهد الطبيعي **G1 (248.6±20.6) IU/L** ، وهذه المجموعة لم تخضع لأي سباق ولم تحقن بالمستحضر.
- في حين بلغ متوسط مستوى تركيز ناقلة أمين الأسبارتات في مجموعة الشاهد السلبي **G2 (405.3±18.9) IU/L** ، حيث خضعت هذه المجموعة لسباق (1600) متر ولم تحقن بالمستحضر.
- بينما بلغ متوسط مستوى تركيز ناقلة أمين الأسبارتات في المجموعة الثالثة **G3 (282.6±25.9) IU/L** ، وهذه المجموعة خضعت لسباق (1600) متر وحُقنت بجرعة (2) مل لكل 100كغ وزن حي قبل السباق.
- وقد بلغ متوسط مستوى تركيز ناقلة أمين الأسبارتات في المجموعة الرابعة **G4 (422.6±44.4) IU/L** ، حيث خضعت هذه المجموعة لسباق (1600) متر ولم تحقن بالمستحضر، وقد عُدت هذه المجموعة كشاهد إيجابي للمجموعة الخامسة.
- في حين بلغ متوسط مستوى تركيز ناقلة أمين الأسبارتات في المجموعة الخامسة **G5 (256.6±32.5) IU/L** ، وهذه المجموعة خضعت لسباق (1600) متر وحُقنت بجرعة (2) مل لكل 100كغ وزن حي بعد السباق مباشرةً.

ii. نتائج الفروقات المعنوية بين متوسطات تراكيز مجاميع التجربة:

- عند مقارنة المجموعة الأولى G1 مع مجموعة الشاهد السلبي G2 والمجموعة الرابعة G4 كان هنالك فروقات معنوية جداً ($P\leq0.0001$) وهذا يدلُ على وجودِ تأثير للسباقِ والجهد البدني على مستوى ناقلة أمين الأسبارتات في مصلِ الدم.
- بينما عند مقارنة المجموعة الأولى G1 مع المجموعة الثالثة G3 والمجموعة الخامسة G5 لم تكن هناك فروقات معنوية ($P\geq0.05$) وذلك عند استخدام المعادلات الإحصائية للعالميّن (Tukey, LSD)، وهذا يدل على اقترابهما من قيم مجموعة الشاهد الطبيعية G1، في حين أن استخدام المعادلات الإحصائية للعالميّن (Tamhane, Dunnett) أكد أيضاً على عدم وجود فروقات معنوية ($P\leq0.004$) عند مقارنة المجموعة الأولى G1 مع المجموعة الثالثة G3 ومع المجموعة الخامسة G5، ودل الاختبار الاحصائي على اقتراب قيم المجموعة الخامسة احصائياً من قيم مجموعة الشاهد الطبيعة بشكل أكبر من المجموعة الثالثة.
- وعند مقارنة مجموعة الشاهد السلبي G2 مع المجموعة الثالثة G3 ومع المجموعة الخامسة G5 كان هناك فروقات معنوية جداً ($P\leq0.0001$) وهذا يدل على انخفاض معنوي ($P\leq0.001$) في مستوى ناقلة أمين الأسبارتات في المجموعتين المعاملتين بالمكمل بالمقارنة مع مجموعة الشاهد الطبيعية.

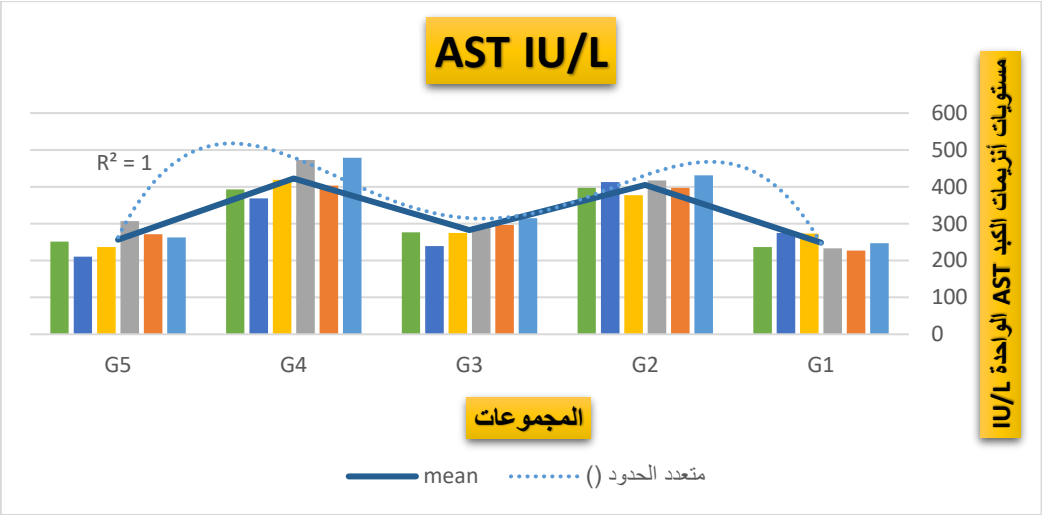
- بينما عند مقارنة المجموعة الرابعة G4 التي عدت شاهد سلبي مع المجموعة الخامسة G5 كان هناك فروقات معنوية جداً ($P\leq0.0001$) وهذا يدلُ على انخفاض معنوي ($P\leq0.001$) في مستوى ناقلة أمين الأسبارتات في المجموعتين المعاملتين بالمُكملِ بالمُقارنة مع مجموعة الشاهد الطبيعي.
- في حين لم تكن هناك فروقات معنوية ($P\geq0.05$) عند مقارنة المجموعة الثانية G2 مع المجموعة الرابعة G4 (اللتان لم تُحقنا بالمكمل)، وهذا يدل على سير نفس الاستجابات الفيزيولوجية خلال السباق. **وكلّ ذلك مُبينٌ في الجدول رقم (1) والمخطط البياني رقم (1).**

الجدول رقم (1): يبين نتائج التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات ناقلة أمين الأسبارتات عند الخيول الرياضية في مجاميع التجربة

نتائج مستويات ناقلة أمين الأسبارتات AST الواحدة IU/L					
المجموعات / العينات	G1 مجموعة الشاهد	G2 المجموعة الثانية	G3 المجموعة الثالثة	G4 المجموعة الرابعة	G5 المجموعة الخامسة
1	247	431	315	479	263
2	227	397	297	403	271
3	233	417	293	473	307
4	273	377	275	419	237
5	275	413	239	369	211
6	237	397	277	393	251
المتوسطالحسابي Mean	248.6667	405.3333*b	282.6667*a	422.6667*a	256.6667*b
الانحراف المعياري SD	20.68494	18.94905	25.90495	44.42372	32.50641

يدل الرمز * على وجود فروقات معنوية عند المقارنة مع G1، ويدل الرمز a على وجود تغيرات معنوية عند المقارنة مع G4-G2 ويدل الرمز b على وجود تغيرات معنوية عند المقارنة مع G3-G5.

توضيح: G1: شاهد طبيعي لم تخضع لسباق ولم تحقن بالمكمل **G2:** خضعت لسباق 1600متر ولم تحقن بالمكمل **G3:** خضعت لسباق 1600متر وحقنت بالمكمل قبل السباق مباشرة **G4:** خضعت لسباق 1600متر ولم تحقن بالمكمل **G5:** خضعت لسباق 1600متر وحقنت بالمكمل بعد السباق مباشرة.



المخطط البياني رقم (1): يبين نتائج التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات ناقلة أمين الأسبارتات عند الخيول الرياضية في مجاميع التجربة.

2- نتائج التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات الكرياتين كاينار عند الخيول الرياضية:

iii. نتائج متوسطات تراكيز الكرياتين كاينار في مجاميع التجربة: الجدول رقم (12)

- بلغ متوسط مستوى تركيز الكرياتين كاينار في مجموعة الشاهد الطبيعي **G1 (162.16±15.6) IU/L** ، وهذه المجموعة لم تخضع لأي سباق ولم تحقن بالمستحضر.
- في حين بلغ متوسط مستوى تركيز الكرياتين كاينار في مجموعة الشاهد السلبي **G2 (250.6±29.3) IU/L** ، حيث خضعت هذه المجموعة لسباق (1600) متر ولم تحقن بالمستحضر.
- بينما بلغ متوسط مستوى تركيز الكرياتين كاينار في المجموعة الثالثة **G3 (175.8±37.7) IU/L** ، وهذه المجموعة خضعت لسباق (1600) متر وحُقنت بجرعة (1.5) مل لكل 100كغ وزن حي قبل السباق.
- وقد بلغ متوسط مستوى تركيز الكرياتين كاينار في المجموعة الرابعة **G4 (234.8±25.3) IU/L** ، حيث خضعت هذه المجموعة لسباق (1600) متر ولم تحقن بالمستحضر، وقد عُدت هذه المجموعة كشاهد إيجابي للمجموعة الخامسة.
- في حين بلغ متوسط مستوى تركيز الكرياتين كاينار في المجموعة الخامسة **G5 (167.5±15.7) IU/L** ، وهذه المجموعة خضعت لسباق (1600) متر وحُقنت بجرعة (1.5) مل لكل 100كغ وزن حي بعد السباق مباشرةً.

iv. نتائج الفروقات المعنوية بين متوسطات تراكيز مجاميع التجربة:

- عند مقارنة المجموعة الأولى G1 مع مجموعة الشاهد السلبي G2 والمجموعة الرابعة G4 كان هنالك فروقات معنوية جداً ($P\leq0.0001$) وهذا يدلُ على وجود تأثيرٍ للسباق والجهدِ البدنيّ على مستوى الكرياتين كاينار في مصل الدم.
- بينما عند مقارنة المجموعة الأولى G1 مع المجموعة الثالثة G3 والمجموعة الخامسة G5 لم تكن هناك فروقات معنوية ($P\geq0.05$) وذلك عند استخدام المعادلات الإحصائية للعالميّن (Tukey, LSD)، وهذا يدل على اقترابهما من قيم مجموعة الشاهد الطبيعية G1، في حين أن استخدام المعادلات الإحصائية للعالميّن (Tamhane, Dunnett) أكد أيضاً على عدم وجود فروقات معنوية ($P\leq0.004$) عند مقارنة المجموعة الأولى G1 مع المجموعة

الثالثة G3 ومع المجموعة الخامسة G5، ودل الاختبار الاحصائي على اقتراب قيم المجموعة الخامسة احصائياً من قيم مجموعة الشاهد الطبيعة بشكل أكبر من المجموعة الثالثة.

- وعند مقارنة مجموعة الشاهد السلبي G2 مع المجموعة الثالثة G3 ومع المجموعة الخامسة G5 كان هناك فروقات معنوية جداً ($P\leq0.0001$) وهذا يدلُّ على أنَّ حقنَ المُكمل قبل وبعد السباق ساهم في خفض مستوى الكرياتين كاياناز في مصل الدم بالمقارنة مع المجموعة الثانية التي لم تُحقنْ بالمكمل.
- بينما عند مقارنة المجموعة الرابعة G4 التي لم تحقن بالمكمل مع المجموعة الخامسة G5 كان هناك فروقات معنوية جداً ($P\leq0.003$) وهذا يدلُّ على تأثير المُكمل في خفضِ مستوى الكرياتين كاياناز في المجموعة G5 التي حُقنت بالمُكملِ بعد السباق بنصف ساعة.
- في حين لم تكن هناك فروقات معنوية ($P\geq0.05$) عند مقارنة المجموعة الثانية G2 مع المجموعة الرابعة G4 (اللتان لم تحقنا بالمكمل)، وهذا يدل على سير نفس الاستجابات الفيزيولوجية خلال السباق.

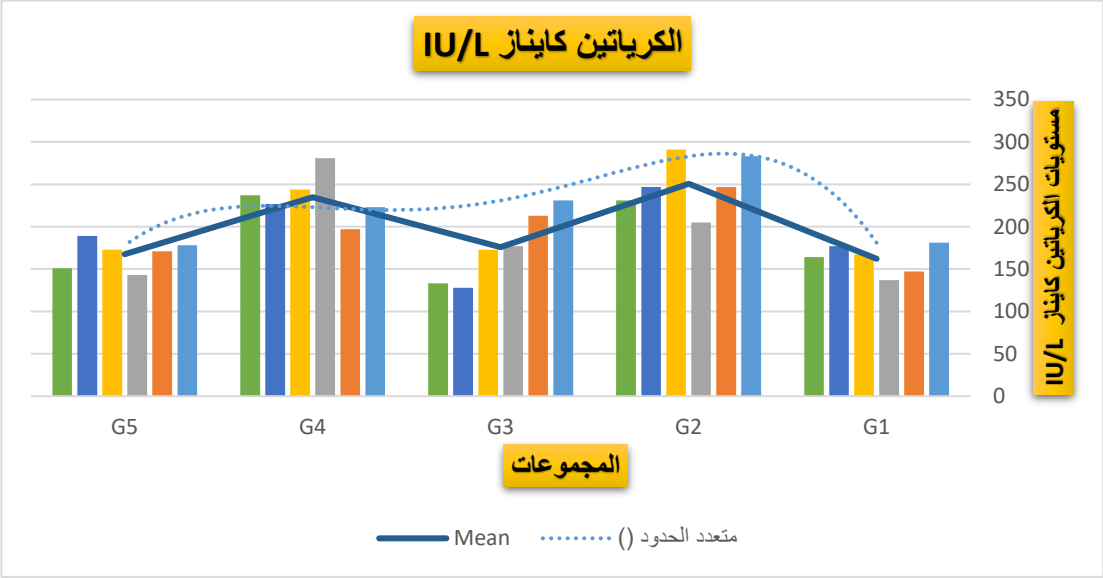
وكلّ ذلك مُبينٌ في الجدول رقم (2) والمخطط البياني رقم (2).

الجدول رقم (2): يبين نتائج التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات الكرياتين كاياناز عند الخيول الرياضية في مجاميع التجربة

نتائج مستويات الكرياتين كاياناز U/L					
المجموعات / العينات	G1 مجموعة الشاهد	G2 المجموعة الثانية	G3 المجموعة الثالثة	G4 المجموعة الرابعة	G5 المجموعة الخامسة
1	181	283	231	223	178
2	147	247	213	197	171
3	137	205	177	281	143
4	167	291	173	244	173
5	177	247	128	227	189
6	164	231	133	237	151
المتوسطالحسابي Mean	162.1667	250.6667*b	175.8333*a	234.8333*b	167.5*a
الانحراف المعياري SD	17.11627	32.16002	41.36867	27.75908	17.24819

يدل الرمز * على وجود فروقات معنوية عند المقارنة مع G1، ويدل الرمز a على وجود تغيرات معنوية عند المقارنة مع G4-G2 ويدل الرمز b على وجود تغيرات معنوية عند المقارنة مع G3-G5.

توضيح: G1: شاهد طبيعي لم تخضع لسباق ولم تحقن بالمكمل **G2:** خضعت لسباق 1600متر ولم تحقن بالمكمل **G3:** خضعت لسباق 1600متر وحقنت بالمكمل قبل السباق مباشرة **G4:** خضعت لسباق 1600متر ولم تحقن بالمكمل **G5:** خضعت لسباق 1600متر وحقنت بالمكمل بعد السباق مباشرة.



المخطط البياني رقم (2): يبين نتائج التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات الكرياتين كاينار عند الخيول الرياضية في مجاميع التجربة.

6- المناقشة Discussions :

6-1 مناقشة التغيرات في الاستجابات الفيزيولوجية لمستويات الكرياتين كاينار وناقلة أمين الأسبارتات عند الخيول الرياضية:

بلغَ متوسطَ تركيزِ **الكرياتين كاينار وناقلة أمين الأسبارتات** في مجموعة الشاهد الطبيعي **G1 (162.16±15.6) IU/L (248.6±20.6)** على التوالي وجاء هذا متوافقاً مع (Hodgson et al. 2014; National Research Council 2017)، حيثُ يختلفُ تركيز الكرياتين كاينار **وناقلة أمين الأسبارتات** في مصل الدم باختلاف عدد من العوامل أهمها: العمر، الجنس، السلالة، التكيف الفيزيولوجي، الكتلة العضلية، وقت الاعتيان (سحب العينة الدموية)، الفصل من السنة (الحالة المناخية)، نظام التدريب المطبق، وغيرها(Harris et al., 1995)، ولكن بشكل عام تبلغ النسبة الطبيعية لتركيز الكرياتين كاينار **وناقلة أمين الأسبارتات** في مصل الدم عند الخيول الرياضية **(100-300) (150-400) IU/Lعلى التوالي** حيث جاءتْ نتائجَ الدراسةِ ضمن المدى الطبيعي لمعدل تركيز الكرياتين كاينار **وناقلة أمين الأسبارتات** (Hinchcliff et al., 2013 ;Hodgson et al. 2014).

وبَينتْ نتائج البحثِ وجود فروقات معنوية جداً ($P\leq0.0001$) تمثلتْ بحدوث ارتفاعٍ معنوي ($P\leq0.0001$) في متوسطِ تركيز ناقلة أمين الأسبارتات AST الكرياتين كاينار CK في المجموعتين: الثانية G2 والرابعة G4 بعد السباق وذلك عند مقارنتهما مع مجموعة الشاهد الطبيعي G1، وجاءتْ هذه النتائج متوافقة بشكل عام مع العديد من الأبحاث والدراسات

التجريبية والسريرية (Arfuso et al., 2022; Buckley et al., 2022; Mami et al., 2019; Octura et al., 2018;Freestone et al., 2017; Assenza et al., 2016 ; Buzala et al., 2015; Mack et al., 2014)

يُعزى الارتفاعُ في مستوى أنزيمات المصل الكرياتين كاينار (CK) وناقلة أمين الأسبارتات (AST) إلى العديدِ من الآلياتِ الفيزيولوجية المُعقدة والمُرتبطة مع آليات بيوكيميائية والتي تتمُ سواءً على صعيدِ الخلية العضلية أو النسيج أو العضلات والناتجة عموماً عن الاستجابات الفيزيولوجية لمتطلبات السباق، حيث فسرَ بعضُ الباحثين ارتفاع مستويات أنزيمات مصل العضلات **Serum Muscle Enzyme** (AST-CK) بشكلٍ عام إلى الجهد العضلي المُكثف، وبشكل فيزيولوجي دقيق يمكن أن تعودَ إلى فقدان و / أو التعديلات في غشاء الألياف العضليةِ مع زيادة النفاذيةِ الغشائية العابرة أو المؤقتة مما يؤدي إلى تسرب إنزيمات العضلات من خلايا العضلات إلى الدورة الدموية (Harris et al., 1990; Mami et al., 2019)، وقد ثُبتَ في الأبحاث أنَّ إنزيمات العضلات تزداد بعدَ السباق مباشرةً وتستمر لعدة أيام، وخاصة أنزيم AST بسبب نصف العمر الحيوي الطويل ، ومع ذلك ، فإنَّها تظُّل ضمنَ النطاق الفيزيولوجي المرجعي، وعمومًا هناك زيادة بنسبة 50% في نشاط إنزيمات مصل العضلات بعدَ الجهد العضلي المكثف (Arfuso et al., 2022; Buckley et al., 2022; Mami et al., 2019; Octura et al., 2018;Freestone et al., 2017). وتُعزى الزيادةُ في النسبة المئوية لنشاطِ الأنزيمات جزئياً إلى انخفاض بنسبة (10-20)% في حجم البلازما (Pösö et al., 1983، Snow and Harris 1988) ويُعزىَ الانخفاضُ في حجم البلازما إلى عملية التعرقِ والناتجةِ عن ارتفاع درجة الحرارة وذلك بسبب الجهد العضلي المكثف الذي يتطلبُ الإنتاجَ الفائقَ للطاقة (ATP) في الخلايا العضلية نتيجةً لمتطلبات السباق (Mack et al., 2014). في حين كان تفسيرُ الباحثين القدماء هو أنَّ أنشطةَ إنزيمات المصل زادتْ أثناء وبعدَ السباق والتمرين بسبب نقص الأكسجة (Anoxic or Hypoxic) في العضلات، لا سيما في غمدِ الليف العضلي (Gardner et al. 1964). حيثُ كان من المعتقدِ سابقاً أنَّ الزيادةِ في نشاط إنزيمات المصل مع ممارسة الرياضة هي جزءٌ من درجة الضرر الناجم عن نقص الأكسجة (Fowler et al. 1968؛ Vejjajiva & Teasdale 1965) وهو اعتقادٌ قديم لم تثبتْ صحته.

في حين فسرَ الباحثين بشكل عام الارتفاعات في مستويات أنزيمات مصل العضلات بأنَّها ناتجةٌ عن ضررٍ عضلي يؤدي إلى تسربِ الأنزيمات إلى الدورةِ الدمويةِ، لكن هذا الضرر أطلقَ عليه بعضُ الباحثين التلف عضلي وباحثين أخرين الأذية العضلية وقد لاحظت اختلاف في تسمية الضرر العضلي الناتج لكن المصطلح العلمي للضرر العضلي في أخر الأبحاث عند خيولِ السرعةِ هو التلفُ العضلي (Mami et al., 2019) وأتفقُ معه كونَ الأذيةِ العضلية لها مدلولات علمية في علمِ الأمراض تدلُ على الوصول إلى التنكس ومن ثم التنكرز وثم موت الخلية الذي لا رجعة فيه، في حين أن التلف العضلي يمثل المرحلة التي يتم الشفاء منها.

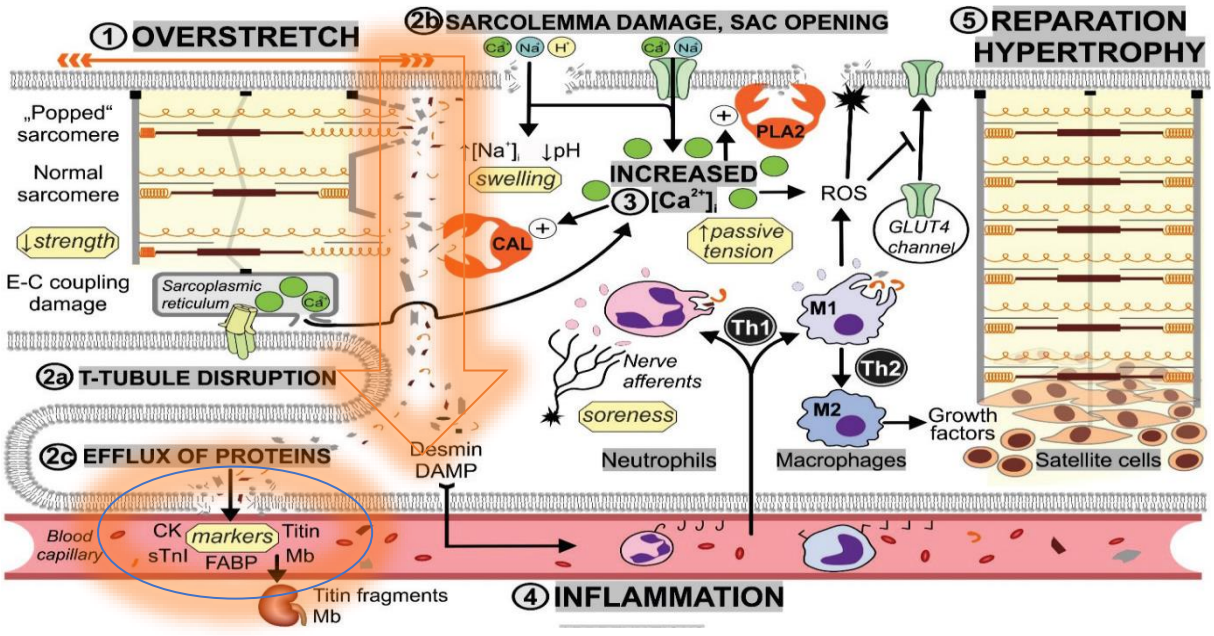
أفادَ بعضُ الباحثين أنَّه على الرغم من الاعتقاد بأنَّ الزيادات في أنشطة إنزيمات عضلات المصل (AST-CK) والمرتبطة إما بالضرر الصريح أو بالتغير في سلامة غشاء ألياف العضلات مما يؤدي إلى زيادةٍ عابرةٍ في النفوذية الغشائية (Buckley et al., 2022; Mami et al., 2019; Harris et al., 1990; Boyd 1985; Anderson 1975) إلا أنه يجب التمييز بين التغيرات المرضية والفيزيولوجية، حيثُ أثبتتْ الأبحاثُ والدراساتُ حدوثَ ارتفاعات فيزيولوجية للإنزيمات العضلية (AST-CK) بعد السباق والتمرين والتدريب دون أي تدميرٍ لا رجعة فيه للأنسجةِ (Cemy and Haralambie 1983; Franciscato et al.,2006; Mami et al., 2019) أي أنَّ الضررَ العضلي عكوس إذا ما تمَّ تشخيصه بشكل تفريقي عن الارتفاعات المرضية بعد السباق، حيثُ يعتمدُ مدى هذه الارتفاع على طبيعة التمرين وعوامل أخرى (Hodgson et

al. 2014. لذلك، لكي تكونَ أنشطةَ الإنزيمات العضلية ذاتَ أهميةٍ مرضيةٍ يجبُ أن تكونَ أكبر من تلك المتوقعة من طبيعة التمرين ولياقة الحصان (Hinchcliff et al., 2013). وفي المقابل بينتْ بعضُ الأبحاثِ أن الفترة بعض السباق أو فترة الراحة والاستشفاء هي مرحلة هامة وخطيرة حيث يمكن أنَّ تؤدي الزيادات في أنشطة إنزيمات عضلات المصل (AST-CK) إلى حدوثِ تغيرات مرضية تتمثلُ بحدوثِ الأذية العضلية وغيرها من الأمراض الأخرى كانحلال الربيدات الجهدية Rhabdomyolysis وخروج الحصان من الموسم وفقدان لياقته البدنية وكل ذلك في حال عدم الاهتمام بالحصان وتعويضه بالمكملات والعليقة المناسبة في مرحلة الاستشفاء أي مرحلة ما بعد السباق (Williams and Lamprecht., 2008; Ducharme et al., 2009; Mactaggart et al., 2021).

قد تتضررَ أنسجةُ العضلات بعد السباق وفي الأنشطة الرياضية عالية الكثافة مثل سباقات السرعة وكذلك في التدريب والتمرين نتيجةً لعدة عوامل أهمها عوامل استقلابية وعوامل ميكانيكية والإجهاد التأكسدي، وأنَّ مستويات المصل من إنزيمات أو بروتينات العضلات الهيكلية هي أهمُ المؤشرات والعلامات التي تدلُ على الحالة الفيزيولوجية والوظيفية للأنسجة العضلية، وتختلفُ تلك المستويات على نطاقٍ واسعٍ في كل من الظروف المرضية والفيزيولوجية. حيث تُعتبرُ الإنزيمات: الكرياتين كيناز، اللاكتات ديهيدروجينيز، الألدولاز، الميوغلوبين، التروبونين، الأسبارتات أمينوترانسفيراز، والكربونيك أنهيدراز CAIII من العلامات أو المؤشرات في المصل الأكثر دقة التي تدل على ضرر أو تلف العضلات وكذلك الحالة الفيزيولوجية (Billings et al., 2021; Mami et al., 2019; Hodgson et al. 2014; Hinchcliff et al., 2008 and 2013)، وكذلك يمكن استخدام حالة مضادات الأكسدة الكلية لتقييم مستوى الإجهاد والتعب ودرجة التلف العضلي حيثُ أثبتتْ الدراسات أنَّه عندَ زيادةِ الجهد البدني في الأنشطة الرياضية عالية الكثافة يزدادُ نشاط الجذور الحرة التي تؤدي إلى الاجهاد التأكسدي والذي يقودُ بدورهِ إلى تلفٍ وضررٍ في العضلات بشكلٍ مُؤازرٍ للعوامل الاستقلابية والميكانيكية والذي يمكن قياسه من خلال علامات أو مؤشرات: مثل المواد المتفاعلة لحمض الثيوباربيتوريك (TBA) Thiobarbituric Acid ، مالونديالديهيد (MDA) Malondialdehyde، مجموعات السلفهيدريل Sulfhydryl Group، الجلوتاثيون المختزل (GSH) Reduced L-Glutathione، الجلوتاثيون المؤكسد L-Glutathione oxidized ، ديسموتاز الفائق Superoxide Dismutases (SODs)، الكاتلاز Catalase وغيرها. ومن هنا نوصي بأنَّه نظراً لأن العلامات أو المؤشرات المختلفة توفر صورة مركبة لحالة العضلات الفيزيولوجية والوظيفية، فإنَّنا نوصي باستخدام أكثر من مؤشر لتقديم تقدير أفضل لإجهاد وتعب وتلف العضلات (Arfuso et al., 2022; Rossi et al., 2021; Piccione et al., 2017; Piccione et al., 2007).

ولكن لا يمكننا أنْ نضعَ حلاً لهذه المشكلة الحتمية بعد السباق أو نقيمُ هذا الحل بدون أنَّ نفهمَ الاستجابات الفيزيولوجية التي تؤدي إلى تلف أو ضرر العضلات حيث أن الآلية الخلوية لتلف العضلات قد تنجم عن ضرر مباشر وغير مباشر للغشاء العضلي، وقد يؤدي إلى تسربِ مكونات العضلات داخل الخلايا إلى السائل خارج الخلية ومنها إلى الدورة الدموية. يتمثلُ الضررَ المباشر بإصابات السحق التي تحدث نتيجة تعثر الخيول، والإصابات الرضية نتيجة الارتطام والاحتدام وتوصف بالضربات المباشرة ولكن بشكل عام تمثل التمارين البدنية الشاقة الأسباب الأكثر شيوعاً لتلف العضلات في حين يتمثل الضرر غير المباشر بسلسةٍ من الأحداثِ المُتعاقبة والمُتسارعة (Hodgson et al. 2014; Hinchcliff et al., 2008 and 2013): 1) نتيجةُ زيادةِ الجهدُ العضلي في السباق يؤدي ذلك إلى زيادة توتر العضلات العاملة ويؤدي إلى إطالة بعض القسيمات العضلية Sarcomeres الضعيفة والتي لم يتمْ تحفيز وحدتها الحركية لأنَّها تتجاوزُ تداخلها العضلي. وتكون هذه القسيمات العضلية غير قادرة على إنتاج توتر نشط، مما يؤدي إلى فقدان مباشر للقوة. حيثُ تؤدي زيادة التوتر الخارجي

إلى ظهور قسيماتٍ عضلية أقوى وأقل وتُثقلُ كاهلُ الهياكلِ العضليةِ الأخرى تدريجيًا. مما يؤدي إلى تمزقِ القسيمات العضلية بدءاً من الخط Z وبمجرد تعطُّل واحدٍ أو أكثر من القسيمات العضلية، قد ينتشرُ الضررُ طولياً إلى القسيمات العضلية المجاورة في الليف العضلي وعابراً إلى الليفات العضلية المجاورة. والوصول إلى نقطة تؤدي فيها التشوهات الهيكلية الناتجة عن وجود القسيمات العضلية المعطلة والمجهدة إلى تلف الغشاء العضلي 2a) ومن ثم أولاً، يحدثُ اضطراباً في نظامِ غشاءِ الأنابيبِ التائية T–tubule membrane system. ويساهمُ الخللَ الوظيفي في فشل اقتران الإثارة والتقلص ECC في فقدان القوة بشكل أكبر ويؤدي تلف غشاء الشبكة الساركوبلازمية SR إلى إطلاق شوارد Ca^{+2} غير المنضبط، مما يزيدُ من توترِ العضلات السلبي. 2b) ويؤدي فتحَ القنوات المفعّلة بالتمدد Stretch–Activated Channels (SAC) وتلفُ غمدَ أو غشاءَ الليف العضلي إلى اضطراب تراكيز شوارد الصوديوم Na^{+} والكالسيوم Ca^{+2}، وانخفاض الرقم الهيدروجيني PH. 2c) تتدفقُ بروتينات العضلات داخل الخلايا العضلية إلى المصل والتي يمكن استخدامها كواسماتٍ للتعبيرِ عن حالةِ العضلاتِ الفيزيولوجية (AST–CK) 3) زيادة شوارد Ca^{+2} يساهم في الإصابة الخلوية عن طريق تنشيط إنزيم بروتياز كالباين Calpain Protease (CAL) الذي يُقطعُ البروتينات المرتبطة بالقرص Z وينشط الفوسفوليباز PLA2 ، مما يعززُ المزيدَ من تلفِ غمد الليف العضلي. يؤدي ارتفاع شوارد الكالسيوم أيضاً إلى زيادةِ تركيز Ca^{+2} في الميتوكوندريا ، مما يعززُ إنتاج الجذور الحرة ROS وزيادة الإجهاد التأكسدي ويحفز التعب العضلي. 4) تؤدي منتجات تلف العضلات وهي عبارة عن بروتينات مثل DAMP Damage–Associated Molecular Pattern والديسمين Desmin إلى حدوث استجابة التهابية حيثُ تمثلُ هذه **المرحلة المفتاح أو الحل لعملية استشفاء العضلات والذي سيذكر لاحقاً**. يمكن ملاحظة جميع التغيرات الموصوفة في الشكل التخطيطي رقم (1) وكل ذلك حسب (Billings et al., 2021; Stožer et al., 2020; Brancaccio et al., 2010).



الشكل رقم (1): يبين الآلية الخلوية لحدوث التلف العضلي الناجم عن ممارسة التمارين الرياضية (Stožer et al., 2020)

من خلالِ البحثِ في الدراسات وجدتُ أنَّه من الصعب تحديد تأثير السباق والتمرينات والتدريب على الاستجابات الفيزيولوجية لنشاط إنزيمات مصل عضلات (AST–CK) بشكلٍ مطلقٍ من حيثُ الاتفاقِ والاختلاف مع الدراسة الحالية. حيثُ تختلفُ

النتائجَ في الأبحاثِ بسبب الاختلافات في البروتوكولات المستخدمة في الدراسات المختلفة مثل الاختلافات في السباق وشكل المسار أو المضمار وجداول التمرين ومدة السباق وكثافته، ومستوى اللياقة البدنية الفردية للخيول أثناء الدراسة، وفترة الدراسة. ولكن بشكل عام، وجدت أن في غالبية الدراسات حصلتْ لدى الخيول زيادةٌ طفيفةٌ إلى متوسطةٍ في إنزيمات العضلات أثناء السباق والتمرين. تتضمنُ هذهِ الدراسات بروتوكولات ذات كثافة دون الحد الأقصى أو تمرين قصير المدة ذات كثافة عالية (Buzala et al., 2015; Mack et al., 2014). وفي بعض الدراسات التي أظهرتْ نتائجها زيادات كبيرة في نشاط إنزيم العضلات، عُزيت هذه الزيادات إلى إصابة العضلات. على سبيل المثال، في إحدى الدراسات، أُصيب ثلاثةُ خيولٍ بإصابةٍ في عضلات الألوية وأربعة أصيبوا بتلفٍ عضلي صنف على أنه تلف عضلي تحت الإكلينيكي. (Buckley et al., 2022; Mami et al., 2019; Octura et al., 2018;Freestone et al., 2017).

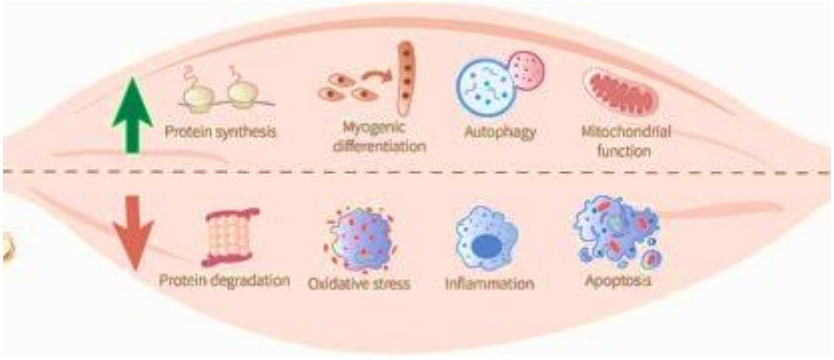
كما أظهرتْ نتائجَ الدراسة الحالية وجود فروقاتٍ معنوية ($P\leq0.0001$) تمثلتْ بحدوثِ انخفاضٍ معنوي ($P\leq0.0001$) في متوسطِ تركيز ناقلة أمين الأسبارتات والكرياتين كاينازِ في المجموعتين: الثالثة G3 والخامسة G5 التي حُقنتا بالمستحضرِ وذلك عندَ مُقارنتِهما مع المجموعتين: الثانية G2 والرابعة G4 على التوالي.

يعدُ تلفُ العضلات الناجم عن التمرين والسباق والذي يؤدي إلى ارتفاع إنزيمات المصل (AST–CK) من عمليات الاستجابات والتكيفات الفيزيولوجية العضلية التي تحدثُ بعد التدريبِ على التمرين، حيث تؤدي التمارين الرياضية المجهدة إلى تلفٍ دقيقٍ جداً للألياف العضلية وزيادة الإجهاد التأكسدي. وبالتالي، غالباً ما يتم الشعور بالتعب العضلي المتمثل بألم العضلات وفقدان الوظيفة العضلية أثناء السباق وفي مرحلة التعافي بعد التمرين التدريبي على السباق (Lin et al., 2022). وفي المقابل يحدثُ إصلاحَ العضلات وتنظيمُ مستويات إنزيمات المصل (AST–CK) إما عن طريق الوقاية من الإجهاد التأكسدي وذلك بتثبيط الجذور الحرة المُتوالدةِ أثناء السباق والتدريب بالمُؤازرةِ مع تنظيم النشاط الالتهابي وتنشيط الخلايا الجذعية العضلية (الخلايا الساتلة) لإصلاحِ الخلايا وتجديدها داخل ألياف العضلات المصابة (Hyldahl et al., 2017; Paulsen et al., 2012) وهذا ما أشرتُ إليه بأنَّه الحلُ أو الوقاية لمشكلة التلف العضلي المتمثل بارتفاع أنزيمات المصل (AST–CK) والمشار له في **الشكل رقم (1)**. في حين قد يعتمد الإصلاح الكامل للعضلات على الراحة والمكملات الغذائية والعلاج الطبيعي لفترات أطول. حيثُ تحفزُ التمارين الرياضية المسببة لحدوث التلف العضلي في الخيول الرياضية المُحترفةَ إلى ارتفاعاتٍ في أنزيمات العضلات الخفيف أو المتوسط ويؤثر على وظيفة العضلات وقد تستمر من 2 إلى 3 أيام بعد التمرين أو السباق. في المقابل، قد تُعاني الخيولُ غير المدربةِ بشكل جيدٍ أو الخاضعة لتدريبات غير مناسبةِ مع مسار السباق من التعب الشديد وفقدان وظيفة العضلات والخروج من الموسم الرياضي بسبب تلف العضلات الإكلينيكي؛ علاوة على ذلك تحتاج تلك الخيول إلى مرحلة شفاء أطول قد تصل لشهور في مثل هذه الحالات لإصلاح العضلات بالكامل (Peake et al., 2017 Bontemps et al., 2020).

وإنَّ الانخفاضَ المعنوي في تركيز ومستوى ناقلة أمين الأسبارتات AST والكرياتين كاينازِ CK بعد السباقِ وبعد نصف ساعةً من السباقِ بعد حقن مكمل إنرجي فورت قد يُعزىَ إلى الجواهرِ الفعالةِ في المُكملِ حيث تشتركُ الخلاصة النباتية الموجودة في المكمل بخاصية مضادات الأكسدة التي لها دوراً كبيراً في كسحِ الجذور الحرة المُتولدةِ من السباق والتي لها دوراً في حدوثِ التعبِ العضليّ والتلف العضلي وكذلك خاصية مضادات الالتهاب التي تعمل على تنظيم العمليات الالتهابية، والتي يتمتعُ بها: نبات القولنجان حيثُ أثبتتْ الدراسات قدرة المستخلص المائي على تحقيق الاستتباب الفيزيولوجي لجميع الأعضاء وخفض تركيز الكرياتين كاينازِ CK وناقلة أمين الأسبارتات AST وتعودُ تلك الخاصيةِ إلى المركبات الفينولية وأهمها Diarylheptanoids (Abubakar et al., 2018; Pillai et al., 2018) وكذلك القسط الهندي له دوراً في تخفيفِ الألمِ الناتجِ عن التلف العضلي من خلال تثبيطِ بعض المراكزِ في الجهاز العصبي المركزي وتنظيم التكيفات الالتهابية وذلك

من خلال خواصه المضادة للالتهاب (Pandey et al., 2007) وكذلك الأملج حيث أثبتتْ الدراسات قدرة الخُلاصةِ المائيةِ (Saini et al., 2022) على حماية الجسم من الأضرار الاستقلابية الناتجة عن الجذور الحرة بفضل الخواص المضادة للأكسدة التي يتمتع بها النبات وكذلك تنظيم العمليات الالتهابية وبالتالي خفض تركيز أنزيمات المصل (AST–CK) وتعودُ تلك الخاصيات إلى التانينات أو العفصيات وعديدات الفينول (Yan et al., 2022) وكذلك أثبتتْ الدراسات أنَّ الجنسينيغ مضادٌ للتعبِ العضلي (Lu et al., 2021) وثبت أيضاً أنَّ مُستخلصات الجينسنغ تحافظُ على وظيفةِ العضلات وتُعزز إصلاح العضلات ونموها في دراسات متعددةٍ، حيثُ أشارتْ الدراسات إلى أنَّه يمكنُ أنْ يؤدي إعطاء مستخلصات الجينسنغ قبل التمرين والسباق إلى التخفيفِ من إصابةِ العضلات التي تسببها التمارين والحفاظُ على تركيز انزيمات مصل العضلات (AST–CK) ضمن الحدود الطبيعية وتحسينُ القدرة على التحمل وتعافي العضلات عن طريق تقليل بيروكسيد الدهون وتعزيز التكيف الالتهابي (Lin et al., 2022).

في حينِ أشارتْ العديدُ من الدراساتِ إلى أنَّ تآزرَ المواد الفعالة في النباتات الطبية واشتراكُها بخاصيةٍ واحدةٍ والتي عادةً تكون في مكمل واحد يُمكن أنْ تُعطي نتائج إيجابية في حماية الأعضاء من العوامل الممرضة، ومما لا شكَ فيه أنَّ أغلبَ النباتات تشتركُ بخواصٍ متعددةٍ يمكن أنْ تُحسنَ من وظائفِ الأعضاء في الجسم وتعملُ على تحسينِ ما يليها من الاستجابات والعمليات الفيزيولوجية المعقدة التي تتمُ سواءً على مستوى الخلية أو العضو أو بالمشاركة مع الأعضاء الأخرى لتشمل الأجهزة (Sellami et al., 2018). في حين أوضح الباحث (Zha et al., 2022) إلى أن الآلية المحتملة لعمل المكملات التي تحوي على خلاصة الجنسينغ وبعض الخلاصات للنباتات الطبية الأخرى كما مشار إليه في المخطط التوضيحي رقم (2) ربما تتم من خلالِ زيادةِ معدلِ إنتاج الأحماض الأمينية والبروتينات وزيادة إصلاح وتمايز وتركيب الألياف العضلية المتضررة وزيادة معدل استشفاء الخلايا العضلية بالإضافة إلى ذلك زيادة كفاءةَ المتقدرات بالمقابل تعملُ الجواهرَ الفعالةِ في تلك الخلاصات على تثبيطِ هدم البروتينات من العضلات الهيكلية و تثبيطِ توالُّد الجذور الحرة الناتجة سواءً عن العمليات الاستقلابية أو الميكانيكية وتنظيمُ العمليات الالتهابية الناتجة عن تخرب غشاء الألياف العضلية لإصلاح الضرر العضلي الناجم في الإصابات تحت الإكلينيكية وتنظيم موت الخلايا المبرمج في الضرر العضلي الإكلينيكي.



الشكل رقم (2): يبين الآلية المحتملة لعمل المكملات الحاوية على الخلاصات النباتية (Zha et al., 2022)

أو قد يعودُ ذلك الانخفاضِ المعنوي إلى الجواهرِ الفعالة في العسلِ حيثُ كشفتْ الدراسات التي أُجريتْ في الجسم الحي أنَّ العسلَ قادرٌ على تحفيز نظام الدفاع المضاد للأكسدة في الأنسجة والأعضاء من خلال تعزيزِ أنشطةِ إنزيمات مضادات الأكسدة الخلوية، مثل سوبر أوكسيد ديسموتاز (SOD)، الكاتلاز (CAT)، والغلوتاثيون بيروكسيديز، والجلوتاثيون S–ترانسفيراز، وعن طريق زيادة مستويات الغلوتاثيون المختزل (Terzo et al. 2020) وبالتالي خفض مستوى (AST–CK)

في مصل الدم كما بينتْ نتائجَ تجارب الباحث (Łagowska et al. 2017). وأنَّ المكونات الرئيسية للعسل المسؤولةِ عن الخصائص المضادة للأكسدة هي البوليفينول (الأحماض الفينولية والفلافونويد) وفيتامين C وفيتامين E والإنزيمات (مثل الكاتلاز والبيروكسيديز) والعناصر النادرة (Dżugan et al., 2018). بالإضافة إلى ذلك النشاط المضاد للالتهاب Anti-Inflammatory Activity حيث استعرض الباحث (Silva et al. 2021) في مراجعة علمية لـ 138 بحث سريري خصائص جميع الفلافونيدات المضادة للالتهاب الموجودة في العسل بعد عزلها وإجراء التجارب المخبرية على كل فلافونيد ليبين دورها في تثبيط السيتوكينات والكيموكينات المسؤولة عن الالتهاب، وأفاد بأنه على الرغم من أن الفلافونيدات هي مركبات ثانوية في العسل إلا أن تأثيرها المضاد للالتهاب قوي بالمقارنة مع بالمركبات الطبيعية الأخرى حيث أثبتت تلك الدراسات قدرة العسل على تنظيم تركيز أنزيمات المصل (AST-CK) بعد التمرينات الرياضية المكثفة وذلك لامتلاكه خاصيتان من أهم الخواص الموجودة في النباتات إلا وهي مضاد للأكسدة ومضاد للالتهاب. لذلك، فإنَّ تناولَ العسلُ بمُفردِه أو مع الخلاصات الطبية أو على شكلِ مُكملات أو مُستحضرات قد يكونُ مفيداً في معالجةِ الأمراض والاضطرابات الفيزيولوجية المرتبطة عادةً بالإجهاد العضلي والتأكسدي في السباق (Terzo et al. 2020; Hills et al., 2019).

وقد يكون لمجموعة فيتامين B دوراً في خفضِ تركيز الكرياتين كاينازCK وناقلة أمين الاسبارتات AST حيث من المعلوم دورها في تنظيمِ الاستقلاب المولد للطاقة، وبشكلٍ عام أثبتتْ مُراجعةً علميةً للباحث (Tardy et al., 2020) أنَّ لمجموعة فيتامين B دوراً في تحطيم الجذورِ الحرة المُتولدة أثناء السباق و تخفيف التعب العضلي وتحسين الاستجابات الفيزيولوجية وزيادة قوة العضلات من خلال الاستقلاب المتكامل للطاقة.

أخيراً قد يكون لمكملات مضادات الأكسدة والالتهاب المستخلصة من النباتات الطبية دوراً محورياً في تحسينِ قدرة نظام الدفاع المضاد للأكسدة بعد التدريب والتمرين والسباق عند الخيول الرياضية (Warren., 2017; Cecchini et al., 2014). من ناحيةٍ أخرى، فقد ثبتَ أنَّ التمارينَ بذاتِها تُعززُ تكيفات العضلات المتنوعة. ومع ذلك، أشارت دراسة حيوانية مخبرية أنَّ التمارين غير المركزيةِ المزمنة عززت إنزيمات مضادات الأكسدة الذاتية ووظيفة الميتوكوندريا ولكنها لم تقلل من الإجهاد التأكسدي الكلي، أي أن التمارين التي تفتقدُ خاصيات الجدوى من البرنامج التدريبي لا تُعززُ بشكلٍ كاملٍ نظام الدفاع المضاد للأكسدة (Frauenfelder et al., 1986). وبالتالي، فإنَّ الاستخدامَ المُناسبُ للموادِ المضادة للالتهابات ومضادات الأكسدة سيساهمُ في تحسينِ الشفاءِ أثناء وبعد التمرينِ والتدريبِ والسباق المُسببِ لتلفِ العضلات. وعلى الرغم من أن هذه الدراسة قيمت تأثير مُكمِل إنرجي فورت في الاستجابات الفيزيولوجية المُتمثلةِ في تغيرات إنزيمات مصل العضلات (AST–CK) والأداء البدني والوظيفة العضلية ولكنها لم تقيم تأثير المكمل على صعيد التغيرات المجهرية في غشاء الخلايا العضلية من خلال الخزعات العضلية، إلا أنَّ نتائجنا قدمتْ دليلاً جزئياً على أنَّ استعمالَ مُكمِلُ انرجي فورت بعد نوبة تمرين قصيرة المدى (سباق سرعة 1600) قد تخففُ من الضررِ العضلي من خلال خفض تركيز أنزيمات مصل العضلات الكرياتين كاينازCK وناقلة أمين الأسبارتات AST.

6–2 مناقشة ارتباط ناقلة الأمين أسبارتات – والكرياتين كاينازCK في التعب العضلي:

أشارَ معظمُ الباحثين إلى أنَّ الإنزيمات الأكثر شيوعاً المستخدمة للإشارةِ إلى تلفِ العضلاتِ هي الأسبارتات أمين ترانسفيراز (AST) والكرياتين كيناز (CK) وذلك كونَهُما يمثلان الصورة الأولى والعميقة لحالة العضلات الوظيفية والفيزيولوجية وهناك اتفاقٌ على أنَّ التمرينات الرياضية عالية الكثافة تعمل على تنشيط الجذور الحرة من خلال عوامل استقلابية وكذلك تشير فرضية الآلية الخلوية لحدوث التلفَ العضلي إلى تنشيطِ تلك الجذور بالكالسيوم غير المُنضبط الناتج عن تخربِ الشبكة الساركوبلازمية وتخربِ نظام الأنابيب التائية واضطرابات مضخات الصوديوم والكالسيوم والناجمِ أصلاً عن تلفِ غشاء الخلايا العضلية نتيجةً لعواملِ ميكانيكية مما يُعززُ الإجهاد التأكسدي والذي هو واحدٌ من أهمِ الأسبابِ التي تؤدي إلى التعب

العضلي. ولكن بالمقابلِ هناك اختلافٌ في آليةِ حدوث تلف غشاء الغمد العضلي ومدى تضررِ ذلك الغشاء فبعضُ الباحثين أشارَ إلى أنَّه على الرغمِ من الارتفاعاتِ الكبيرة في تركيز أنزيمات المصل (AST-CK) إلا أنَّه هي زيادةٌ فيزيولوجيةٌ تتمثل باستجابات فيزيولوجية مُعقدةٍ ومرتبطة بمتطلبات السباق وماهي إلا عبارة عن اضطراب عابر في نفوذية غشاء الخلايا العضلية ولا يمثلُ هذا الاضطرابُ تلف الخلايا العضلية الإكلينيكي وفي المقابلِ أشارَ بعضُ الباحثين (Buckley et al., 2022; Mami et al., 2019; Harris et al., 1990; Boyd 1985; Anderson 1975) إلى أنَّ ذلك الارتفاع في مستوياتِ أنزيمات المصل تمثل تلف عضلي واضح وصريح ولكن تَّم تصنيفُ الضررِ إلى تلفٍ عضلي إكلينيكي وتحت إكلينيكي وذلك بالاعتماد على عدة عوامل تتعلقُ بطبيعيةِ النشاط الرياضي و الحمل التدريبي وكثافة ومدة النشاط الرياضي. وإنَّ اكتشافَ تهيجُ العضلات المُتعبةِ يزدادُ في نفس الوقت الذي يزدادُ فيه نشاط إنزيمات المصل يدعمُ هذا المفهوم القائلَ بأنَّ نفاذيةَ الغشاءُ المُتغيرة موجودة في العضلات المُرهقة ويرتبطُ بتسربِ الإنزيمات إلى الدم مما يعني ارتباطٌ تام بين التعبِ العضلي والتلفِ العضلي والمُتمثل بالإنزيمات العضلية (AST-CK) التي تدلُ على تلفِ العضلات تحتَ الإكلينيكي.

وبعد دراسة وتحليل ارتباط نتائج البحث لا يمكن الجزم بأنَّ هناك أذية عضلية صريحة بالرغم من بعض النتائج الفردية المُرتفعة لأنزيمات المصل داخلَ خيول المجموعات والتي يمكن تفسيرها باستعدادات فرديةٍ أو التعافي من فترة سباق أو تدريب سابقة ولكن تتفق نتائج البحث مع الدراسات بحدوث تلفٍ عضلي عكوس (تحت إكلينيكي) أي أنَّه لم يصلْ لمرحلةِ الأذية العضلية التي لا عودة فيها والتي تؤدي إلى أفاتٍ وأمراضٍ عضليةٍ خطيرةٍ ، وأُرجح بالاستناد إلى نتائج هذه الدراسة إلى أنَّ **ناقلة الأمين أسبارتات – والكرياتين كاينا**ز يزدادُ مستواهَا مع ازدياد التعب العضلي كما تبين في المجموعتين **(G4-G2)** بعد السباق، بينما ينخفضُ مستواهَا مع إراحةِ الخيول أو إعطاء بعض المُكملات والخلاصات النباتية المساعدة على عودةِ الاستتباب في الوظائف الفيزيولوجية كما في المجموعات **(G5-G3)**.

7- الاستنتاجات conclusions:

- ❖ من خلالِ دراسةِ الاستجابات الفيزيولوجية للخيول الرياضية تبينَ أنَّ سباقَ 1600 متر يؤدي إلى تغيراتٍ فيزيولوجية حقيقيةٍ تمثلتْ بحدوثِ ارتفاع أنزيمات مصل العضلات: ناقلة أمين الأسبارتات (AST) والكرياتين كاينا (CK) في مصل الدم.
- ❖ بالرغم من أنَّ مستوى إنزيمات المصل (AST-CK) لا تدلُ على اللياقة البدنية ولكن يمكن اعتبارها من أهمِ المعايير والمؤشرات الفيزيولوجية لمعرفة التلف والتعب العضلي الحاصل ومستوى التكييف الفيزيولوجي لدى الخيول الرياضية.
- ❖ يمكنُ استخدامَ مُؤشرِ **ناقلة أمين الأسبارتات-الكرياتين كاينا**ز للدلالةِ على مستوى التلف العضلي والتعب عندَ الخيول.
- ❖ أدى إعطاءُ مُكملَ إنرجي فورت إلى خفض مستوى ناقلة أمين الأسبارتات وتنظيمِ مستوى الكرياتين كاينا ز بعد السباق.
- ❖ إنَّ إعطاءَ مُكملُ إنرجي فورت للخيولِ الرياضية قبلَ وبعدَ السباق عمل على تحسينِ الاستجابات الفيزيولوجية من خلال خاصياتٍ عديدةٍ يتمتعُ بها المكمل تؤدي إلى ضبطِ النطاقات الفيزيولوجية ضمن الحدود المقبولة والوصول إلى مرحلة التكييف الفيزيولوجي.

8- التوصيات Recommendations:

- ❖ إنَّ مرحلةَ الاستجابات الفيزيولوجية بعدَ انتهاءِ التمرين والسباق تُعدُ مرحلةٌ هامة وخطيرة لذا نوصي بمراقبةِ هذه التغيرات عندَ الخيول الرياضية لأنَّها تمثلُ الحد الفاصل بينَ حدوثِ الأمراضِ والاضطرابات المرضية ومرحلة التكيف الفيزيولوجي.
- ❖ يمكنُ إعطاءُ مُكمل إنيرجي فورت للخيول الرياضية قبل وبعد السباق للوقايةِ من آثارِ التلف العضلي والتعبِ العضليّ ولمّا له من أثارٍ إيجابيةٍ في تحسينِ الاستجابات الفيزيولوجية وبالتالي تحسين القدرة والسرعة.

- ❖ تكثيف الأبحاث مستقبلاً باستخدام مؤشرات الإجهاد التأكسدي ــ بالإضافة إلى المتغيرات المدروسة (ناقلة أمين الأسبارتات والكرياتين كاينار) ـ والتي توفر صورة مركبة لحالة العضلات الفيزيولوجية والوظيفية ومدى التلف العضلي الحاصل بدقة بعد السباق والتمارين والتدريبات الرياضية.
- ❖ تكثيف الأبحاث مستقبلاً بدراسة التغيرات النسيجية على صعيد العضلات لمعرفة درجة التلف العضلي الحاصل بدقة وذلك بعد الجهد العضلي المكثف أو السباق.
- ❖ تكثيف الأبحاث مستقبلاً من حيثُ المدةِ والزمنِ في دراسة استخدام مكمل إنرجي فورت عندَ الأمهارِ في مراحلِ الإعداد البدني وكذلك عند الخيول خلال مواسم التدريب وفي سباقات التحمل.
- ❖ استخدام معايير عالمية لتقييمِ دورُ مُكمل إنرجي فورت في اللياقةِ البدنيةِ عند الأمهارِ والخيولِ خلال التدريب والتمرين مثل فهم دوره في تأثيره على معايير العملية الالتهابية بعد التلف العضلي بقياس مستوى السيتوكينات والكيموكينات ومعرفة الآلية المحتملة لدوره في عمليات الاستشفاء بعد تلك البرامج التدريبية.
- ❖ تكثيف الأبحاث الفيزيولوجية على الخيولِ العربيةِ الأصيلةِ – كونَها تُعتبرُ إرثٌ وطنيٌّ تاريخيٌّ وسلالةٌ فريدةٌ لا مثيل لها– التي تؤدي إلى تطويرِ برامجٍ تدريبيّةٍ سليمةٍ علمياً تعملُ على تحسينِ البرامجِ المحليةِ التقليديّةِ بما يتلاءمُ مع التطورات العلميّةِ العالميّةِ حيثُ تعملُ على تحسينِ اللّياقةِ البدنيّةِ للخيول ووقايتها من الأمراض وصيانة رفاهيتها.

9- المراجع References :

Abubakar, I. B., Malami, I., Yahaya, Y., & Sule, S. M. (2018). A review on the ethnomedicinal uses, phytochemistry and pharmacology of Alpinia officinarum Hance. *Journal of ethnopharmacology*, *224*, 45https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.05.027

Alaerjani, W. M. A., Abu-Melha, S., Alshareef, R. M. H., Al-Farhan, B. S., Ghramh, H. A., Al-Shehri, B. M. A., Bajaber, M. A., Khan, K. A., Alrooqi, M. M., Modawe, G. A., & Mohammed, M. E. A. (2022). Biochemical Reactions and Their Biological Contributions in Honey. Molecules (Basel, Switzerland), 27(15), 4719. https://doi.org/10.3390/molecules27154719

Anderson, M. G. (1975). The influence of exercise on serum enzyme levels in the horse. *Equine Veterinary Journal*, *7*(3), 160-165.

Arabian Racing Organization UK. Racing data, racing data ARO racing. (2019). https://www.aroracing.co.uk/. [Accessed 28 January 2023].

Arfuso, F., Rizzo, M., Giannetto, C., Giudice, E., Cirincione, R., Cassata, G., Cicero, L., et al. (2022). Oxidant and Antioxidant Parameters' Assessment Together with Homocysteine and Muscle Enzymes in Racehorses: Evaluation of Positive Effects of Exercise. *Antioxidants*, *11*(6), 1176. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/antiox11061176

Assenza, A., Marafioti, S., Congiu, F., Giannetto, C., Fazio, F., Bruschetta, D., & Piccione, G. (2016). Serum muscle-derived enzymes response during show jumping competition in

horse. *Veterinary world*, *9*(3), 251–255. https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.251-255

Billings, A., Quinn, J. K., & Spoor, M. S. (2021). Laboratory Markers of Muscle Injury. *Equine Hematology, Cytology, and Clinical Chemistry*, 119-141.

Boffi, F.M, (2007). editor. Pathologies affecting the athletic performance. Muscle disorders. Equine Exercise Physiology. Buenos Aires: Blockwell; 2007. pp. 145–151.

Bookbinder, L., Finno, C. J., Firshman, A. M., Katzman, S. A., Burns, E., Peterson, J., Dahlgren, A., Ming-Whitfield, B., Glessner, S., Borer-Matsui, A., & Valberg, S. J. (2019). Impact of alpha-tocopherol deficiency and supplementation on sacrocaudalis and gluteal muscle fiber histopathology and morphology in horses. *Journal of veterinary internal medicine*, *33*(6), 2770–2779. https://doi.org/10.1111/jvim.15643

Bontemps, B., Vercruyssen, F., Gruet, M., & Louis, J. (2020). Downhill Running: What Are The Effects and How Can We Adapt? A Narrative Review. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, *50*(12), 2083–2110. https://doi.org/10.1007/s40279-020-01355-z

Bos, A., Compagnie, E., & Lindner, A. (2018). Effect of racing on blood variables in Standardbred horses. *Veterinary Clinical Pathology*, *47*(4), 625-628.

Boyd, J. W. (1985) The mechanisms relating to increases in plasma enzymes and isoenzymes in diseases of animals. ***Vet. clin. Path.*** 12,9-24.

Brancaccio, P., Lippi, G., & Maffulli, N. (2010). Biochemical markers of muscular damage. *Clinical chemistry and laboratory medicine*, *48*(6), 757–767. https://doi.org/10.1515/CCLM.2010.179

Buckley, P., Buckley, D. J., Freire, R., & Hughes, K. J. (2022). Pre-race and race management impacts serum muscle enzyme activity in Australian horses. *Equine veterinary journal*, *54*(5), 895–904. https://doi.org/10.1111/evj.13519

Burk, A. O., & Williams, C. A. (2008). *Feeding management practices and supplement use in top-level event horses. Comparative Exercise Physiology, 5(02), 85.* doi:10.1017/s1478061508062786

Buzala, M., Krumrych, W., & Janicki, B. (2015). Usefulness of Creatine Kinase Activity Determination for Assessing the Effects of Physical Effort in Horses. *Pakistan Veterinary Journal*, *35*(3).

Cecchini, S., Paciolla, M., Caputo, A. R., & Bavoso, A. (2014). Antioxidant Potential of the Polyherbal Formulation "ImmuPlus": A Nutritional Supplement for Horses. *Veterinary medicine international*, *2014*, 434239. https://doi.org/10.1155/2014/434239

Cosgrove, E. J., Sadeghi, R., Schlamp, F., Holl, H. M., Moradi-Shahrbabak, M., Miraei-Ashtiani, S. R., … Brooks, S. A. (2020). *Genome Diversity and the Origin of the Arabian Horse. Scientific Reports, 10(1).* doi:10.1038/s41598-020-66232-1

Ducharme, N. G., Fortier, L. A., Kraus, M. S., Hobo, S., Mohammed, H. O., McHugh, M. P., Hackett, R. P., Soderholm, L. V., & Mitchell, L. M. (2009). Effect of a tart cherry juice blend on exercise-induced muscle damage in horses. *American journal of veterinary research*, *70*(6), 758–763. https://doi.org/10.2460/ajvr.70.6.758

Dżugan, M., Tomczyk, M., Sowa, P., & Grabek-Lejko, D. (2018). Antioxidant Activity as Biomarker of Honey Variety. *Molecules (Basel, Switzerland)*, *23*(8), 2069. https://doi.org/10.3390/molecules23082069

Eaton, M. D., Hodgson, D. R., Evans, D. L., & Rose, R. J. (1999). Effects of low- and moderate-intensity training on metabolic responses to exercise in thoroughbreds. *Equine veterinary journal. Supplement*, (30), 521–527. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05277.x

Elghandour, M. M., Reddy, P. R. K., Salem, A. Z., Reddy, P. P. R., Hyder, I., Barbabosa-Pliego, A., & Yasaswini, D. (2018). Plant bioactives and extracts as feed additives in horse nutrition. *Journal of Equine Veterinary Science*, *69*, 66–77.

Ferguson, B. S., Rogatzki, M. J., Goodwin, M. L., Kane, D. A., Rightmire, Z., & Gladden, L. B. (2018). Lactate metabolism: historical context, prior misinterpretations, and current understanding. *European journal of applied physiology*, *118*(4), 691–728. https://doi.org/10.1007/s00421-017-3795-6

Ferlazzo, A., Cravana, C., Fazio, E., & Medica, P. (2020). The different hormonal system during exercise stress coping in horses. *Veterinary world*, *13*(5), 847–859. https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.847-859

Fontanel, M., Todd, E., Drabbe, A., Ropka-Molik, K., Stefaniuk-Szmukier, M., Myćka, G., & Velie, B. D. (2020). *Variation in the SLC16A1 and the ACOX1 genes is associated with gallop racing performance in Arabian horses. Journal of Equine Veterinary Science, 103202.* doi:10.1016/j.jevs.2020.103202

Fowler, W. M., Jr, Chowdhury, S. R., Pearson, C. M., Gardner, G., & Bratton, R. (1962). Changes in serum enzyme levels after exercise in trained and untrained subjects. *Journal of applied physiology*, *17*, 943–946. https://doi.org/10.1152/jappl.1962.17.6.943

Franciscato, C., Lopes, S. T. D. A., Veiga, Â. P. M., Martins, D. B., Emanuelli, M. P., & Oliveira, L. S. S. (2006). AST, CK and GGT enzymes serum activities in Crioulo horses. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, *41*, 1561–1565.

Frauenfelder, H. C., Rossdale, P. D., Ricketts, S. W., & Allen, W. R. (1986). Changes in serum muscle enzyme levels associated with training schedules and stage of the oestrous cycle in Thoroughbred racehorses. *Equine veterinary journal*, *18*(5), 371–374. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1986.tb03657.x

Freestone, J. F., Kamerling, S. G., Church, G., Bagwell, C., & Hamra, J. (2017). Exercise induced changes in creatine kinase and aspartate aminotransferase activities in the horse: effects of conditioning, exercise tests and acepromazine. *Journal of Equine Veterinary Science*, *9*(5), 275-280.

Gansen, S., Lindner, A., Marx, S., Mosen, H., & Sallmann, H. P. (1999). Effects of conditioning horses with lactate-guided exercise on muscle glycogen content. *Equine veterinary journal. Supplement*, (30), 329–331. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05243.x

Gardner, G. W., Bratton, R., Chowdhury, S. R., Fowler, W. M., Jr, & Pearson, C. M. (1964). Effect Of Exercise On Serum Enzyme Levels In Trained Subjects. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, *4*, 103–110.

Gardner D. S. (2016). Historical progression of racing performance in the Thoroughbred horse and man. *Equine veterinary journal*, *38*(6), 581–583. https://doi.org/10.2746/042516406x156514

Gella FJ, Olivella T, Cruz Pastor M, Arenas J, Moreno R, Durban R and Gómez JA. (1985). A simple procedure for routine determination of aspartate aminotransferase and alanine aminotransferase with pyridoxal phosphate. Clin Chim Acta 1985; 153: 241-247

Geor, R. J. (2006). *The role of nutritional supplements and feeding strategies in equine athletic performance. Equine and Comparative Exercise Physiology, 3(03), 109–119.* doi:10.1017/ecp200690

Gim, J.-A., Ayarpadikannan, S., Eo, J., Kwon, Y.-J., Choi, Y., Lee, H.-K., … Kim, H.-S. (2014). *Transcriptional expression changes of glucose metabolism genes after exercise in thoroughbred horses. Gene, 547(1), 152–158.* doi:10.1016/j.gene.2014.06.051

Gladden L. B. (2004). Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. *The Journal of physiology*, *558*(Pt 1), 5–30. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.058701

Gladden, L. B. (2008). Cause and effect. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, *105*(1), 364-364. DOI: 10.1152/japplphysiol.zdg-8016-pcpcomm.2008. PMID: 18680793

Grigore, A., Vulturescu, V., Neagu, G., Ungureanu, P., Panteli, M., & Rasit, I. (2022). Antioxidant-Anti-Inflammatory Evaluation of a Poly herbal Formula. *Pharmaceuticals (Basel, Switzerland)*, *15*(2), 114. https://doi.org/10.3390/ph15020114

Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). Textbook of medical physiology 14th edition. *Rio de*. ISBN: 9780323597128. Imprint: Elsevier

Harris, P. A., Snow, D. H., Greet, T. R. C., & Rossdale, P. D. (1990). Some factors influencing plasma AST/CK activities in thoroughbred racehorses. *Equine Veterinary Journal*, *22*(S9), 66-71.

Harris, P. A., Marlin, D. J., & Gray, J. (1998). *Plasma aspartate aminotransferase and creatine kinaseactivities in thoroughbred racehorses in relation to age, sex, exercise and training. The Veterinary Journal, 155(3), 295–304.* doi:10.1016/s1090-0233(05)80026-7

Harty, P. S., Zabriskie, H. A., Erickson, J. L., Molling, P. E., Kerksick, C. M., & Jagim, A. R. (2018). Multi-ingredient pre-workout supplements, safety implications, and performance outcomes: a brief review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *15*(1), 41.

Hill, A. V. (1914). The oxidative removal of lactic acid. *J. Physiol*, *48*, 10-11.

Hills, S. P., Mitchell, P., Wells, C., & Russell, M. (2019). Honey Supplementation and Exercise: A Systematic Review. *Nutrients*, *11*(7), 1586. https://doi.org/10.3390/nu11071586

Hinchcliff, K. W., Kaneps, A. J., & Geor, R. J. (Eds.). (2008). *Equine exercise physiology: the science of exercise in the athletic horse*. Elsevier Health Sciences.

Hinchcliff, K. W., Kaneps, A. J., & Geor, R. J. (2013). *Equine Sports Medicine and Surgery E-Book*. Elsevier Health Sciences.

Hodgson, D. R., McGowan, C. M., & McKeever, K. (2014). *The athletic horse: principles and practice of equine sports medicine*. Elsevier Health Sciences.

Hyldahl, R. D., Chen, T. C., & Nosaka, K. (2017). Mechanisms and Mediators of the Skeletal Muscle Repeated Bout Effect. *Exercise and sport sciences reviews*, *45*(1), 24–33. https://doi.org/10.1249/JES.0000000000000095

IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes. Part 7: IFCC method for Creatine kinase. JIFCC 1989; 1: 130-13

Jagim, A. R., Camic, C. L., & Harty, P. S. (2019). Common habits, adverse events, and opinions regarding pre-workout supplement use among regular consumers. *Nutrients*, *11*(4), 855.

Johnson, R. A., Johnson, P. J., Megarani, D. V., Patel, S. D., Yaglom, H. D., Osterlind, S., … Crowder, S. M. (2017). *Horses Working in Therapeutic Riding Programs: Cortisol, Adrenocorticotropic Hormone, Glucose, and Behavior Stress Indicators. Journal of Equine Veterinary Science, 57, 77–85.* doi:10.1016/j.jevs.2017.05.006.

Kedzierski, W., & Bergero, D. (2006). Comparison of plasma biochemical parameters in Thoroughbred and Purebred Arabian horses during the same-intensity exercise. *Polish journal of veterinary sciences*, *9*(4), 233–238.

Kerksick, C. M., Wilborn, C. D., Roberts, M. D., Smith-Ryan, A., Kleiner, S. M., Jäger, R., Collins, R., Cooke, M., Davis, J. N., Galvan, E., Greenwood, M., Lowery, L. M., Wildman, R., Antonio, J., & Kreider, R. B. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *15*(1), 38. https://doi.org/10.1186/s12970-018-0242-y

Łagowska, K., Podgórski, T., Celińska, E., & Kryściak, J. (2017). A comparison of the effectiveness of commercial and natural carbohydrate–electrolyte drinks. Science & Sports, 32(3), 160-164.

Lin, C. H., Lin, Y. A., Chen, S. L., Hsu, M. C., & Hsu, C. C. (2022). Ginseng Attenuates Exercise-Induced Muscle Damage via the Modulation of Lipid Peroxidation and Inflammatory Adaptation in Males. *Nutrients*, *14*(1), 78. https://doi.org/10.3390/nu14010078

Lu, G., Liu, Z., Wang, X., & Wang, C. (2021). Recent Advances in *Panax ginseng* C.A. Meyer as a Herb for Anti-Fatigue: An Effects and Mechanisms Review. *Foods (Basel, Switzerland)*, *10*(5), 1030. https://doi.org/10.3390/foods10051030

Ma, G. D., Chiu, C. H., Hsu, Y. J., Hou, C. W., Chen, Y. M., & Huang, C. C. (2017). Changbai Mountain Ginseng (Panax ginseng C.A. Mey) Extract Supplementation Improves Exercise Performance and Energy Utilization and Decreases Fatigue-Associated Parameters. *Molecules (Basel, Switzerland)*, *22*(2), 237. https://doi.org/10.3390/molecules22020237

Mack, S. J., Kirkby, K., Malalana, F., & McGowan, C. M. (2014). Elevations in serum muscle enzyme activities in racehorses due to unaccustomed exercise and training. *The Veterinary record*, *174*(6), 145. https://doi.org/10.1136/vr.101669

Mactaggart, G., Waran, N., & Phillips, C. J. C. (2021). Identification of Thoroughbred Racehorse Welfare Issues by Industry Stakeholders. *Animals : an open access journal from MDPI*, *11*(5), 1358. https://doi.org/10.3390/ani11051358

Mami, S., Khaje, G., Shahriari, A., & Gooraninejad, S. (2019). Evaluation of Biological Indicators of Fatigue and Muscle Damage in Arabian Horses After Race. *Journal of equine veterinary science*, *78*, 74–78. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2019.04.007

Mercier, Q., & Aftalion, A. (2020). Optimal speed in Thoroughbred horse racing. *PloS one*, *15*(12), e0235024. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235024

Meyerhof, O. (1920). Die Energieumwandlungen im Muskel. *Pflügers Archiv European Journal of Physiology*, *182*(1), 232-283.

Murray, J. M. D., Hanna, E., & Hastie, P. (2021). *Equine dietary supplements: an insight into their use and perceptions in the Irish equine industry. Irish Veterinary Journal, 71(1).* doi:10.1186/s13620-018-0115-3

Muñoz, A., Riber, C., Santisteban, R., Lucas, R. G., & Castejón, F. M. (2002). Effect of training duration and exercise on blood-borne substrates, plasma lactate and enzyme concentrations in Andalusian, Anglo-Arabian and Arabian breeds. *Equine veterinary journal. Supplement*, (34), 245–251. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2002.tb05427.x

National Research Council. 2017. *Equine Blood Biochemistry*. 6th ed. USA: Washington: The National Academies Press.

Octura, J. E. R., Lee, K. J., Cho, H. W., Vega, R. S., Choi, J., Park, J. W., ... & Cho, B. W. (2018). Elevation of blood creatine kinase and selected blood parameters after Race in thoroughbred racehorses (Equus caballus L.). *J Res Agric Anim Sci*, *2*, 7-13.

Önder, H., Şen, U., Piwczyński, D., Kolenda, M., Drewka, M., Abacı, S. H., & Takma, Ç. (2022). Comparison of Random Regression Models with Different Order Legendre Polynomials for Genetic Parameter Estimation on Race Completion Speed of Arabian Horses. *Animals*, *12*(19), 2630. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/ani12192630

Pandey, M. M., Rastogi, S., & Rawat, A. K. (2007). Saussurea costus: botanical, chemical and pharmacological review of an ayurvedic medicinal plant. *Journal of ethnopharmacology*, *110*(3), 379–390. https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.12.033

Paulsen, G., Ramer Mikkelsen, U., Raastad, T., & Peake, J. M. (2012). Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise?. *Exercise immunology review*, *18*.

Peake, J. M., Neubauer, O., Della Gatta, P. A., & Nosaka, K. (2017). Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, *122*(3), 559–570. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00971.2016

Piccione, G., Fazio, F., Giannetto, C., Assenza, A., & Caola, G. (2007). Oxidative stress in thoroughbreds during official 1800-metre races. *Veterinarski Arhiv*, *77*(3), 219-227.

Piccione, G., Fazio, A., & Giudice, E. (2017). Oxidative stress in standardbred horses during official races of 1600 and 2000 meters. *Medycyna Weterynaryjna*, *63*(12), 1554.

Pillai, M. K., Young, D. J., & Bin Hj Abdul Majid, H. M. (2018). Therapeutic Potential of Alpinia officinarum. *Mini reviews in medicinal chemistry*, *18*(14), 1220-1232. https://doi.org/10.2174/1389557517666171002154123

Pösö, A. R., Soveri, T., & Oksanen, H. E. (1983). The effect of exercise on blood parameters in Standardbred and Finnish-bred horses. *Acta vet. scand*, *24*, 170-184.

Prince, A., Geor, R., Harris, P., Hoekstra, K., Gardner, S., Hudson, C., & Pagan, J. (2002). Comparison of the metabolic responses of trained Arabians and Thoroughbreds during high- and low-intensity exercise. *Equine veterinary journal. Supplement*, (34), 95-99. https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2002.tb05398.x

Rivero, J. L., & Piercy, R. J. (2008). Muscle physiology: responses to exercise and training. *Equine exercise physiology: the science of exercise in the athletic horse*, 463.

Robergs, R. A., Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, *287*(3), R502-R516. https://doi.org/10.1152/ajpregu.00114.2004

Rossi, R., Lo Feudo, C. M., Zucca, E., Vizzarri, F., Corino, C., & Ferrucci, F. (2021). Innovative Blood Antioxidant Test in Standardbred Trotter Horses. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, *10*(12), 2013. https://doi.org/10.3390/antiox10122013

Saini, R., Sharma, N., Oladeji, O. S., Sourirajan, A., Dev, K., Zengin, G., ... & Kumar, V. (2022). Traditional uses, bioactive composition, pharmacology, and toxicology of Phyllanthus emblica fruits: A comprehensive review. *Journal of ethnopharmacology*, *282*, 114570.

Sellami, M., Slimeni, O., Pokrywka, A., Kuvačić, G., D Hayes, L., Milic, M., & Padulo, J. (2018). Herbal medicine for sports: a review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *15*, 14. https://doi.org/10.1186/s12970-018-0218-y

Silva, B., Biluca, F. C., Gonzaga, L. V., Fett, R., Dalmarco, E. M., Caon, T., & Costa, A. C. O. (2021). In vitro anti-inflammatory properties of honey flavonoids: A review. *Food Research International*, *141*, 110086.

Sinha, A. K., Ray, S. P., & Rose, R. J. (1993). Effect of constant load training on skeletal muscle histochemistry of thoroughbred horses. *Research in veterinary science*, *54*(2), 147-159. https://doi.org/10.1016/0034-5288(93)90050-p

Smarsh, D. N., Liburt, N., Streltsova, J., McKeever, K., & Williams, C. A. (2010). Oxidative stress and antioxidant status in intensely exercising horses administered nutraceutical extracts. *Equine Veterinary Journal*, *42*, 317-322.

Snow, D. H., & Harris, P. (1988). Enzymes as markers of physical fitness and training of racing horses. *Adv Clin Enzymol*, *6*, 251-258.

Soares, O. A. B., D'Angelis, F. H. D. F., Feringer Júnior, W. H., Nardi, K. B., Trigo, P., Almeida, F. Q. D., ... & Ferraz, G. D. C. (2013). Serum activity of creatine kinase and aminotransferase aspartate enzymes of horses submitted to muscle biopsy and incremental jump test. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, *14*, 299-307.

Stožer, A., Vodopivc, P., & Križančić Bombek, L. (2020). Pathophysiology of exercise-induced muscle damage and its structural, functional, metabolic, and clinical consequences. *Physiological research*, *69*(4), 565-598. https://doi.org/10.33549/physiolres.934371

Takahashi, Y., Mukai, K., Ohmura, H., & Takahashi, T. (2020). *Do muscle activities of M. splenius and M. brachiocepalicus decrease due to exercise-induced fatigue in Thoroughbred horses? Journal of Equine Veterinary Science, 102901.* doi:10.1016/j.jevs.2019.102901

Takahashi, Y., Takahashi, T., Mukai, K., & Ohmura, H. (2021). *Effects of Fatigue on Stride Parameters in Thoroughbred Racehorses During Races. Journal of Equine Veterinary Science, 101, 103447.* Sport Science Division, Equine Research Institute, Japan Racing Association, Tochigi 320-0856, Japan doi:10.1016/j.jevs.2021.10344

Tardy, A. L., Pouteau, E., Marquez, D., Yilmaz, C., & Scholey, A. (2020). Vitamins and Minerals for Energy, Fatigue and Cognition: A Narrative Review of the Biochemical and Clinical Evidence. *Nutrients*, *12*(1), 228. https://doi.org/10.3390/nu12010228.

Terzo, S., Mulè, F., & Amato, A. (2020). Honey and obesity-related dysfunctions: A summary on health benefits. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, *82*, 108401.

Vejjajiva, A., & Teasdale, G. M. (1965). Serum Creatine Kinase and Physical Exercise. *British medical journal*, *1*(5451), 1653-1654. https://doi.org/10.1136/bmj.1.5451.1653

Wang, T., Zeng, Y., Ma, C., Meng, J., Wang, J., Ren, W., Wang, C., Yuan, X., Yang, X., & Yao, X. (2023). Plasma Non-targeted Metabolomics Analysis of Yili Horses Raced on

Tracks With Different Surface Hardness. *Journal of equine veterinary science*, *121*, 104197. Advance online publication. https://doi.org/10.1016/j.jevs.2022.104197

Warren, H. (2017). Supplements for horses. *Equine Health*, *2017*(35), 11-12.

Williams, C. A., & Lamprecht, E. D. (2008). Some commonly fed herbs and other functional foods in equine nutrition: a review. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, *178*(1), 21-31. https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2007.06.004

Witkowska-Piłaszewicz, O., Maśko, M., Domino, M., & Winnicka, A. (2020). Infrared Thermography Correlates with Lactate Concentration in Blood during Race Training in Horses. *Animals*, *10*(11), 2072. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/ani10112072

Witkowska-Piłaszewicz, O., Grzędzicka, J., Seń, J., Czopowicz, M., Żmigrodzka, M., Winnicka, A., … Carter, C. (2021). *Stress response after race and endurance training sessions and competitions in Arabian horses. Preventive Veterinary Medicine, 188, 105265.* doi:10.1016/j.prevetmed.2021.1052.

Yan, X., Li, Q., Jing, L., Wu, S., Duan, W., Chen, Y., Chen, D., & Pan, X. (2022). Current advances on the phytochemical composition, pharmacologic effects, toxicology, and product development of *Phyllanthi*. *Frontiers in pharmacology*, *13*, 1017268. https://doi.org/10.3389/fphar.2022.1017268

Zha, W., Sun, Y., Gong, W., Li, L., Kim, W., & Li, H. (2022). Ginseng and ginsenosides: Therapeutic potential for sarcopenia. *Biomedicine & pharmacotherapy = Biomedecine & pharmacotherapie*, *156*, 113876. https://doi.org/10.1016/j.biopha.2022.113876

Zheng, X., Zhao, Y., Naumovski, N., Zhao, W., Yang, G., Xue, X., Wu, L., Granato, D., Peng, W., & Wang, K. (2022). Systems Biology Approaches for Understanding Metabolic Differences Using 'Multi-Omics' Profiling of Metabolites in Mice Fed with Honey and Mixed Sugars. Nutrients, 14(16), 3445. https://doi.org/10.3390/nu14163445

Zuluaga Cabrera, A. M., Casas Soto, M. J., Martínez Aranzales, J. R., Castillo Vanegas, V. E., Correa Valencia, N. M. D. P., & Arias Gutierrez, M. P. (2022). Hematological, biochemical, and endocrine parameters in acute response to increasing-intensity exercise in Colombian Paso horses. Revista mexicana de ciencias pecuarias, 13(1), 211-224.