الكرنتين كلايسين البروبينول طويل الامد التكميلي والتأثيرات الظاهرية على الاداء المكرر اللاهوائي للسرعة القصوى

باتريك . ل . جاكويز . اريكا ، ر . غولد ستين

ترجمة حسين حبيب عباس hussein_abass1977@yahoo.com

الخلاصة :

الخلفية العلمية : تمت الاشارة فيما مضى الى ان كرنتين كلايسين البروبينول التكميلي الشديد يقدم قابلية لاهوائية مفعلة مع تقليل انتاج الحامض اللبني في مقاومة الذكور المتدربين، على الرغم من عدم معرفة ما للتاثيرات المزمنة للكرنتين كلايسين البروبينول التكميلي على الاداء اللاهوائي او التخلص من الحامض اللبني .

الغرض : كان غرض هذه الدراسة هو معرفة تاثيرات الامد الطويل للجرعات المختلفة لدورة كرنتين الاداء المكرر للسرعة القصوى الشديدة المكررة .

الطرائق :

تم مشاركة خمس و اربعين من الذكور المتدربين في دراسة بحثية محكمة لتشخيص الاداء المقاوم لديهم ، حيث اكمل جميع الافراد دورتين اختبارتين خلال سبعة ايام متباعدة، في غضون ٩٠ دقيقة تلت تناولهم الفموي لكل من ٤,٥ غم من الكرنتين كلايسين البروبينول طويل الامد التكميلي او ٤,٥ غم من السليلوز البروبينول في ترتيب عشوائي، وتضمن نظام التمرين الاختباري الجري باقصى سرعة في نصف دائرة من الملعب من خلال فترات فعالة لمدة دقيقة واحدة ، وبعد اكمال دورة الاختبار الثانية تم تحديد الافراد الخمس و الاربعين بشكل عشوائي لتناول ١,٥ غم و ٣,٠ غم او ٤,٥ الكرنتين كلايسين البروبينول طويل الامد

التكميلي في كل يوم لمدة ٢٨ يوم ، و اكمل الافراد الدورة الاختبارية الثالثة التي تلت الاسابيع الاربعة من تناول الكرنتين كلايسين البروبينول طويل الامد التكميلي باستخدام نفس نظام الاختبار. و تم تحديد قيم القوة القصوى و القوة الوسطى و النسبة المئوية للقوة المتناقصة في كل جولة و تحديد النسبية القياسية لكتلة الجسم ، وتم قياس نسبة ضربات القلب و الحامض اللبني في الدم قبل و اثناء و بعد الجولات الخمسة باقصى سرعة .

النتائج :

لا وجود لتاثيرات واضحة للحالة او تاثيرات تفاعل واضحة تم كشفهما من خلال القوة القصوى و القوة الوسطى ، ومع ذلك فقد اشارت النتائج في الجولات السريعة الثالثة و الرابعة والخامسة الى وجود ٢–٥ % من القيم الدنيا للقوة القصوى و٣–٧ % من القيم الدنيا للقوة الوسطى بوجود الكرنتين كلايسين البروبينول طويل الامد التكميلي من خلال تناول ٣,٠ غم او ٤,٥ غم كل يوم مقارنة مع القيم الاساسية، بالمقابل فان تناول ١,٥ غم من الكرنتين كلايسين البروبينول التكميلي الطويل الامد يعطي ٣–٦% قيما عالية للقوة القصوى و ٢–٥ % للقوة الوسطى مقارنة مع القيم الاساسية للبروبينيل الكلايسين ، كما ان قيم القوة الدنيا اعطت قيم مكونة من –٥% و – ٣% و + ٤% ... و ٢% مختلفا عن قيم سليلوز البروبينين ، ان مجموعة ١,٥ غم تعرض انخفاض واضح بشكل مستقر بمقدار ٢٤% في تجمع الحامض اللبني الشبكي في كل وحدة قوة ناتجة ($p < 0.05$)

الاستنتاجات

ان تاثيرات الكرنتين كلايسين البروبينول التكميلي طويل الامد على قدرة النشاط اللاهوائية و تجمع الحامض اللبني يبدو انها جرعة تابعة ، فقد اظهرت نتائج اربعة اسابيع من تناول الكرنتين كلايسين البروبينول التكميلي طويل الامد بمقدار ٣,٠ غم و ٤,٥ غم في اليوم الواحد ، اظهرت انخفاض القيم الوسطى لنتاتج القوة بنسب كبيرة من القوة الدنيا مقارنة مع القيم الاساسية ، بينما اظهرت نتائج تناول ١,٥ غم في اليوم الواحد نسبة انخفاظ واضحة من تجمع الحامض اللبني لكل وحدة قوة ناتجة مقارنة مع ٣,٠ و ٤,٥ غم في اليوم الواحد ،

يستنتج من ذلك ، ان الكرنتين كلايسين البروبينول التكميلي طويل الامد يظه انه مكمل غذائي مفيد لتعزيز قدرة النشاط اللاهوائية و الاداء الرياضي الكامن ، ولكن يبدو بشكل واضح انه يجب تحديد الجرعة المعطاة بشكل دقيق لشدة التمرين و فترته .

مقدمة

تعتبر قدرة التمرين بشكل عام المقدار الاعظم للافراز البدني (طرح الفضلات) التي يمكن المحافظة عليها في مستوى معين من الشدة ، وان النجاح في رياضات التحمل يتعلق بالقابلية على الاستمرار بجهود عالية بشكل نسبي لفترات طويلة من الوقت ، وعلى النقيض من ذلك فان الرياضات الجماعية تتعلق بجولات متقطعة من الافراز العالي الشديد بوجود فترات منفصلة محدودة من الاستعادة ، وتمت الاستفادة من جملة من الإستراتيجيات العامة لزيادة قدرة التمرين كوسيلة لتعزيز الاداء الرياضي ، وهذه تشمل طرق متنوعة للتدريب و التكيف اضافة الى الاستراتيجيات الغذائية لتحسين قدرة التمرين القصوى اضافة الى كفاءة التمرين .

بينما تشكل العناصر العديدة قدرة التمرين، تكون هناك اعتبارات اساسية وهي حاجة الطاقة ازاء توفير الطاقة ، وتتماثل شدة التمرين (الى حد كبير) مع حاجات الطاقة المحددة من الفعالية ، وتكون قدرة الاداء في حالة شدة الجهد، تكون محددة من خلال تجهيزات الطاقة المتوفرة و قابلية سد نقص مخازن الطاقة تلك عند استمرار التمرين ، وارتباط الحاجة الايضية المتزايدة للطاقة خلال التمرين، وهناك تدفق متزايد للدم للعضلات التي تطرح الفضلات ، وخلال التمرين يكون الجهاز الوعائي هو الوسيلة الاساسية لتوزيع الطاقة لغرض سد النقص اضافة الى طرح المواد الناتجة من الايض التي يمكن ان تعيق استمرار الجهود ، وان الاقتران القريب لشدة التمرين و تدفق الدم المحلي يؤدي الى استراتيجيات كامنة من القدرة على زيادة تدفق الدم الى العضلات التي تطرح الفضلات مما يمكن ان يعزز من قدرة النشاط القصوى و / او زيادة المقاومة ضد اعياء العضلة الموضعية خلال استمرار التمرين في مستويات الشدة القصوى .

ان عملية زيادة تدفق الدم الى العضلات التي تطرح الفضلات تتعلق بتخلص الدم من الانسجة الغير فعالة الى العضلة العاملة ، وكما ان التمرين البدني يزداد من حيث الشدة ، فان هناك جملة من الاليات المتعلقة بتوسع الاوعية الدموية الشريانية و العضلات العاصرة قبل الشعرية ، ان اليات توسع الاوعية الدموية هذه ، تختلف فيما بينها و لكنها تشترك في ميزتين اثنتين و هي ان فعالية كل من الاليات المختلفة تزداد في الاستجابة المباشرة للشدات المتزايدة للتمرين وان تلك الاليات تبادر في تصنيع اوكسيد النتريك ، حيث ان اوكسيد النتريك هو العنصر الغشائي المسئول عن استرخاء العضلة الملساء المحيطة بالشرايين و بالعضلات العاصرة قبل الشعرية و بذلك تؤدي الى توسع الاوعية الدموية و زيادة تدفق الدم الى الاوعية الشعرية للنسيج العضلي اثناء التمرين، ومنذ ان تم تعريف ذلك قبل ٢٠ عاما تقريبا ، فان الدراسات البحثية المتنوعة و المنتجات الرياضية الغذائية اللاحقة قد ظهرت من خلال جهد للمستويات الرائعة للاوكسيد النتريك لغرض تعزيز اداء التمرين، وهذا المطلب قد ظهر في سوق المكملات الغذائية وبشكل رئيسي مكون من المنتجات المعتمدة على الارجنين ، بينما يعد الارجنين المادة التي يشكل منها اوكسيد النتريك ، وليس هناك دليل علمي لدعم مثل هكذا طريقة ، وفي حقيقة الامر فان جميع الدراسة المنشورة في هذه المنطقة تشير الى ان الاستعمال الفموي للارجنين عن طريق جرعات يتم تحملها من خلال الجهاز الهضمي لا تعد مؤثرة في الحصول على توسع الاوعية الدموية الغشائية او في رفع مستويات اوكسيد النتريك ،لقد تمت البرهنة على ان الاستعمال القصير الامد لمركب الكرنتين الفموي و هو كارنتين الكلايسين البروبيونيل، يعطي و بشكل واضح مستويات عالية من اوكسيد النتريك الناتج من المواد الايضية في وقت الراحة في الاشخاص المتدربين وغير المتدربين، كما ان نشاط اوكسيد النتريك المتزايد يظهر في مقاومة الاشخاص المتدربين في اختبار احتقان الدم التفاعلي و في التقييم المستخدم في الانماط السريرية التي تحفز الى مدى معين الاجهاد البدني العكسي خلال كل تمرين مثل مقاومة التدريب ، ان هذه الدراسات هي الاولى في توثيق فعالية المكمل الغذائي الفموي الى التاثير المباشر لتصنيع اوكسيد النتريك .

كما تم مؤخرا تبيان ان المكمل الغذائي وهو الكرنتين الكلاسين البروبيونيل طويل الامد الشديد (٤,٥ غم) يعزز من قدرة النشاط اللاهوائي مع افراز منخفض للحامض اللبني في مقاومة

الذكور المتدربين ، مع ذلك فان هناك اليسير من المعلومات المعروفة فيما يتعلق بتاثيرات الكرنتين الكلاسين البروبيونيل طويل الامد حول اداء التمرين في الاشخاص المتدربين، وكان غرض الاستكشاف الحالي هو لمعرفة تاثيرات ٢٨ يوم من تنوع الجرعات للكرنتين الكلاسين البروبيونيل طويل الامد على قدرة النشاط اللاهوائية و تجمع الحامض اللبني .

الطرائق

المشاركون في البحث

قام ٤٥ فردا من الذكور بالتطوع بشكل تدريبي للمشاركة في هذا الفحص ، و اقتصرت مفاهيم الدراسة على الذكور باعمار انحصرت من ١٨ و ٣٥ عام، و الذين تم تدوين مشاركتهم لاسبوعين على الاقل في دورات تدريبية مقاومة خلال فترة ستة اشهر سبقت بدء الدراسة، ان المعايير الحصرية تضمنت أي تاريخ سابق لتعقيدات تنفس قلبية او اصابة حالية في العضلة الهيكلية يمكن ان تقلل من جهود التمرين العالية الشدة، وقد قام الافراد بالتوقيع على مواقفة كتابية مع اللجنة الفرعية المؤسساتية للعلوم الطبية لحماية حقوق الافراد الانسانية .

خطة الدراسة

تم الطلب من جميع الافراد اكمال ثلاث دورات اختبارية، الاولى دورتان اختباريتان تم تاديتهما خلال اسبوع منفصل مع تجربة ثالثة تمت جدولتها لمدة ٢٨ يوم لاحقاً، وتم تادية الاختباران الاثنان الاوليان لمدة ٩٠ دقيقة تلت الهضم الفموي اما لـ ٤,٥ غم من الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد او ٤,٥ غم فيونيل السليلوز في ترتيب عشوائي ، وكان نظام اختبار التمرين يتكون من دورة بنصف دائرة من الملعب لمدة ١٠ ثوان باقصى سرعة تفصلها دقيقة واحدة لفترات الاستعادة الفعالة .

ان نتائج هذه الدراسة المعمقة قد قدمت في طبعة سابقة واظهرت بشكل واضح ناتج القوة المتزايدة مع تجمعات الحامض اللبني المتناقصة مع تناول الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد الشديد التكميلي . (جيكوبز ٢٠٠٩)

ان البحث الحالي هو عبارة عن استمرار دراستنا الدقيقة الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد بحيث يتم تطبيق مقادير عشوائية لمعرفة التاثيرات على المدى الطويل حول اختلاف جرعات الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد، وان جميع الافراد الحاليين قد اكملوا الاختبار الشديد بتناول الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد و فبيوبينيل السليلوز لغرض توفير كشف الاختبار الثابت للفرد للدراسة الحالية، وان حالة فبيوبينيل السليلوز تقدم حالة المقايسس الاعتيادية و المحكمة للدراسة الحالية ،حيث اشارت الدراسة التي اجريت على اختبار الطياريين ان اغلب الاشخاص يمكنهم ان يشخصوا حالة تناول الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد مقارنة بالعقار الوهمي، وكما تم اجرائه بشكل فاعل فان استجابة الفرد و تحمله تنخفض بشكل واضح عندما يتم تشخيص تناول العقار الوهمي ، حيث ان الشكل الحالي يستفاد منه في حالة العقار الوهمي للتقيمين الاوليين الاثنين كحالة قياسية، حيث ان كل فرد يكون تحت سيطرتهما الذاتية، وتم حساب الافراد مع كتلة اجسامهم ومن ثم تم التحديد بشكل عشوائي واحد من ثلاث مجموعات بحيث تتناول احدى المجموعات ١,٥ غم في كل يوم من الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد و احدى المجموعات الاخرى تتناول ٣,٠ غم من الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد في اليوم الواحد، اما المجموعة الاخيرة فتتناول جرعة يومية مقدارها ٤,٥ غم من الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد ،(راجع فصل نظام المكملات الغذائية)

وخلال فترة تكميلية لمدة شهر واحد ، تم توجيه الافراد الى الاستمرار في تدريبهم الفردي و برامجهم الغذائية ، وتم اكمال تسجيل سبعة ايام من التدريب و ثلاث ايام من تناول الغذاء من قبل جميع الافراد لتحقيق تاكد من استقرار و ثبات التدريب و الغذاء ، حيث ان هذه التمارين و التسجيلات الغذائية قد تم اقرارها قبل اسبوعين لمعرفة المعيار الاساسي وبعد اجراء الاختبار التكميلي، بحيثان مدونات التمرين قدمت معلومات تتعلق بحجم التمرين مثل (الاعدادات و الافراد) لمقاومة التمرين المصنفة للدرجة القصوى و الدرجة الدنيا او الحركات البنائية ، ان

تدوينات الاغذية المتناولة الممتصة قد بينت استخدام المعالج الغذائي ESHA ، SQL التحليل الغذائي الرقيق (بحوث ESHA ، SALIM مؤسسة)

وتم جدولة جميع الافراد للدورة الثالثة للانطلاق باقصى سرعة بعد اكمال ٢٨ يوم من تناول المادة ، وكما هو الحال في التقييمات الاولية ، فقد تم الطلب من الافراد تقديم موافقة مكتوبة لاجراء الاختبار في الصباح الذي تلى ١٢ ساعة في عدم تناول الطعام وعدم الاشتراك في تمرين شديد خلال ٢٤ ساعة التي سبقت اجراء الاختبار، وفي يوم الاختبار قام الافراد بتناول نفس الجرعة كما فعلوا في فترة ٢٨ يوم التكميلية ، وجلس جميع الافراد بشكل هادیء لمدة ٩٠ دقيقة بعد تناول المادة التكميلية قبل الاشتراك في اختبار الدورة باقصى سرعة .

نظام المادة التكميلية

تم حساب الافراد مع كتلة اجسامهم و من ثم تم التحديد بشكل عشوائي لواحدة من ثلاث مجموعات تمت دراستها ، وكل مجموعة تناولت الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد لمدة ٢٨ يوم لجرعة واحدة من ثلاث جرعات (١,٥ غم في اليوم ، ٣,٠ غم في اليوم ، ٤,٥ غم في اليوم) ،و في الاختبار الجاري لغرض المعرفة قام كل فرد بجلب ٢٨ عبوة تتكون من ست امبولات لكل يوم ، وتضمنت العبوات اليومية ستة امبولات بمقدار ٧٥٠ غم تم تجهيزها من قبل جارو فورمولاز (لوس انجلس ، ولاية كاليفورنيا)، ان الجرعات اليومية المتتالية تم تنظيميها من خلال تنسيق مناسب ٧٥٠ ملغم خلال امبولات من الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد و ٧٥٠ ملغم امبولات من فبيوبينيل السليلوز (تم تحديد الكرنتين و فبيونبيل السليلوز بالعين المجردة) ، فعلى سبيل المثال تألفت العبوات اليومية من ١,٥ غم في اليوم الواحد من كبسولتين من الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد و اربعة كبسولات من فبيوبينيل السليلوز، بينما تناولت مجموعة ٣,٠ غم في اليوم الواحد اربعة امبولات من الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد وامبولتين من السليلوز اما مجموعة ٤,٥ غم فقد تناولت ستة امبولات من الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد ، وتم توجيه المشاركين الى تناول امبولاتهم الستة يوميا قبل ٩٠ دقيقة تقريبا قبل التمرين في ايام التدريب، ان الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد المستعمل في هذه الدراسة

كان المنتج الغذائي USP غلايكوكارن (الايطالي) وهو اصرة جزيئية من غلايسين و بروبينيل كارنتين .

بروتوكول التقييم

ان قانون الاختبار المستعمل في الفحص الحالي يعد مستقرا وفقا للوصف اعلاه من خلال القائمين بالفحص (جيكوبز ٢٠٠٩) ، وباختصار فان بروتوكول الاختبار هذا شمل خمس دورات تدريبية باقصى سرعة مثل الانطلاق باقصى سرعة في ١٠ ثوان مع فترة استعادة فعالة لمدة دقيقة واحدة، وتم تأدية الانطلاقات باقصى سرعة من خلال مقياس ٨٩٤ي . (مونارك، فاربيرب، السويد) بمقاومة خارجية تكافيء ٧,٥ % من كل كتلة جسم للفرد الواحد، وتم اداء ركوب دراجة بدون تحميل لمدة ٦٠ دورة في الدقيقة كنوع من الاحماء يسبق الاختبار باقصى سرعة ، وكانت فترات الاستعادة البالغة دقيقة واحدة فعالة مع ركوب الدراجة بدون تحميل بتناغم ثابت في ٦٠ دورة في الدقيقة .

ناتج القوة اللاهوائي تم قياسه باستخدام SMI OptoSensor 2000 (مؤسسة الصناعات الطبية الرياضية، شارع كلود، ولاية منيسوتا الاميركية)، ان اختلافات ناتج القوة تشمل القوة القصوى التي تم تحديدها قوة ناتجة خلال الخمس ثوان الاولى من كل عشر ثوان عند بدء الانطلاق باقصى سرعة ، والقوة الوسطى التي تم قياس ناتج القوة خلال العشر ثوان الكاملة من كلا انطلاق باقصى سرعة، اما متغير ناتج القوة الثالثة فكان تناقص القوة التي تم حسابها كتغير في ناتج القوة بين الخمس ثوان و الخمس ثوان الثانية لكل بدء انطلاق باقصى سرعة ، كما تم التعبير عنه على شكل نسبة مئوية من فترة الخمس ثوان الاولى .

نسبة ضربات القلب

لقد تم تحديد نسبة ضربات القلب باستخدام جهاز مراقبة قطبي ذو قيم للقياس في وقت الراحة و خلال الخمس ثوان الاخيرة من كل جولة بنطلاق باقصى سرعة اضافة الى اربعة و اربعة عشر دقيقة بعد الجولة النهائية من الانطلاق باقصى سرعة .

مستويات الحامض اللبني في الدم

لقد تم تقييم ذلك باستخدام محلل الحامض اللبني (Accutred) (مؤسسة مجموعة المصادر الرياضية، بليسانتفيل، نيويورك)، و تم اداء إجراءات المعايرة قبل كل جلسة اختبار باستخدام محاليل السيطرة القياسية، و تم تحديد مستويات الحامض اللبني في الدم في وقت الراحة اضافة الى اربعة و اربعة عشر دقيقة بعد التمرين، ان تجمع شبكة الحامض اللبني لكل وحدة قوة ناتجة كلن محسوبا كالاتي (وقت الراحة LAC −14 LAC) ، (MP ave−1).

وتم قياس محيط الفخذ عن طريق التدوين المحكم باستخدام شريط Gulich في ١٥ ملم فوق الرضفة(غضروف الركبة) بينما في وضع الوقوف مع تغير الوزن بدون تحكم، ان قياسات محيط الفخذ تم أخذها في حال الراحة و في اربع دقائق بعد الجولة النهاية للانطلاق باقصى سرعة .

التحليلات الاحصائية

تم استخدام مقاييس نموذج الخط الطولي العام المدونة لمعرفة الاختلافات في المقاييس الخارجة بين المجموعات (١,٥ غم في اليوم الواحد ، ١ غم في اليوم الواحد ، ٤,٥ غم في اليوم الواحد) قبل و بعد تناول الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد ، وعبر الوقت ، وتم تحديد ناتج القوة (القصوى و الوسطى و الدنيا) عبر الوقت خلال كل خمس جولات متتابعة باقصى سرعة ، وتم تحديد مستوى ضربات القلب في وقت الراحة و خلال الخمس ثوان الاخيرة من كلا انطلاق باقصى سرعة ، اضافة الى اربعة و اربعة عشر دقيقة تلت اخر

انطلاق باقصى سرعة ، وتم قياس الحامض اللبني عبر الوقت اضافة الى اربعة و اربع عشر دقيقة بعد التمرين ، بينما تم تقييم محيط الفخذ في وقت الراحة و اربعة دقائق بعد الجولة الخامسة ، و عند ملاحظة ظهور تاثيرات او تفاعلات رئيسية ، فيتم اداء درجة منفردة من الاختلافات الحرة لتحديد التاثيرات المعينة بدون تعديل المستوى المقبول من الاهمية، وتم حساب شبكة تجمع الحامض اللبني عند الاختلاف بين مقاييس الحامض اللبني في ١٤ دقيقة قبل التمرين ووقت الراحة ، تم تقسيم قيمها من خلال قيم معدل القوة الوسطى لخمس جولات باقصى سرعة ، وفي جميع الحالات فان قيم القوة الاقل من ٠,٠٥ كانت مقبولة لتحديد الاهمية الاحصائية ، وتم تادية جميع التحليلات باستخدام PASW ، النسخة ١٧ .

النتائج

المشاركون في البحث

من مجموع ٤٥ من المشاركين في هذه الدراسة ، قام ٣٨ منهم باكمال تقييمات الدراسة ، و استندت التحليلات الاحصائية على البيانات الناشئة من المشاركين الذين اكملوا جميع الدورات الاختبارية المطلوبة ، وكان الجهد الفردي الاجمالي يتكون من ١٣ فرد تناول ١,٥ غم في اليوم الواحد من مجموعة معينة ، و ١١ فرد تناول ٣,٠ غم في اليوم الواحد من مجموعة اخرى و ١٤ فرد تناول ٤,٥ غم في اليوم الواحد من المجموعة الاخيرة على التوالي ، ان المشاركين السبعة الذين لم يكملوا الدراسة الاختبارية تضمنوا ثلاث افراد اصيبوا في العضلة الهيكلية من الفعاليا الاخرى (الرياضات داخل القاعات) و اثنان منهم لم يحافضا على مستوى ثابت من التدريب في التمرين و اثنان منهم انخفض ادائهم في الدورة الاختبارية الاخيرة النهائية، وتم تبيان المعلومات الفردية لكل شخص ضمن كل مجموعة في الجدول رقم ١ ، و لا وجود لاختلافات ظاهرة بين المجموعات في العناصر الفردية للاشخاص .

بيانات تدوين الاغذية

يبين الجدول رقم ٢ قيم الامتصاص الغذائية الدقيقة لكل من المجموعات الثلاثة لفترة اسبوع واحد سبقت الاختبار الاولي و ما بعده، واشارت التحليلات الى انه ليس هناك اختلافات واضحة بين المجموعات في الخطوط القياسية او في امتصاص الغذاء لما بعد الاختبار بالنسبة للكربوهيدرات والدهون او البروتينات او في قيم السعرات الحرارية الاجمالية المهضومة ، وليس هناك اختلافات واضحة تم كشفها ضمن المجموعات بين تقييمات المعالجة قبل و بعد التمرين .

بيانات التمرين المدونة

تم الطلب من المشاركين اكمال سجل يومي لتمرين التدريب بمقاومة الجسم الذي يتم تاديته خلال اسبوع قبل الاختبار الاولي و اخر اسبوع من الدراسة الممتدة لاربعة اسابيع، وهذه السجلات المدونة تتضمن عدد من الإعدادات الخاصة بكل تمرين مع تمارين تم تصنيفها من قبل المحققين في الشدة العالية و الواطئة و كذلك كل حركة مفصلية منفردة او متعددة ، ان قيم حجم التدريب قد تم توضيحها في جدول ٣ ، وكشفت التحليلات عن عدم وجود اختلافات بين مجاميع الدراسة في عدد من الاعدادات او التكرارات غير ذات الاهمية الاعتبارية لفئات التمرين .

ناتج القوة

اشارات التحليلات الى تاثيرات رئيسية واضحة بشكل احصائي في الوقت المحدد (ترتيب الجولة) للقوة القصوى و القوة الوسطى و القوة الدنيا (المنخفضة) هو ($P"S < 0.001$) ، وعموما فان قيم القوة القصوى و القوة الوسطى اتجهت الى الانخفاض ضمن مجاميع الدراسة الثلاثة (١,٥ غم / في اليوم ، ٣,٠ غم / في اليوم ، ٤,٥ غم : في اليوم) في قيم القوة المعيارية القياسية .

القوة القصوى

تم تبيان التغيرات في القوة القصوى من الخط القياسي مع التكميلي عبر خمس دورات انطلاق باقصى سرعة من خلال المخطط في الشكل ١، حيث ان قيم القوة القصوى هي ٤,٧ % و ١,٦ % و ٣,٣ % و ٥,١ % و ٦,٨ % كانت اعلى مع جرعة ١,٥ غم في اليوم مقارنة مع قيم الخطوط القياسية ، بالمقابل عرضت مجموعة الجرعة ٣,٠ غم في اليوم ، ٤,٣% و ٦,٠ % قيم ادنى للقوة القصوى مع الانطلاقة الربعة و الخامسة و كانت القوة القصوى تصل الى ٤,٧ % ادنى مع جرعة ٤,٥ غم في اليوم ، وعلى الرغم من ان الاختلافات بين المجموعة الوسطية لقيم القوة القصوى ، فليس هناك تاثيرات رئيسية واضحة بشكل احصائي لـ الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد او للتفاعلات .

القوة الوسطى

ان الشكل رقم ٢ يبين وصف مرئي للتغيرات الوسطية في القوة الوسطى مع المعاملة بالنسبة للمجوعات الثلاث، فقد قدمت مجموعة الجرعة٣,٠ غم في اليوم قوة وسطى اقل بشكل اعتباري على جميع الدورات الانطلاقية الخمسة (– ١,٥ % و – ٧,٦ % و ٩,٠% و ٧,٠% و ٣,٣ %) و مجموعة ٤,٥ غم في اليوم كان لديها قيم ادنى من القوة الوسطى في الدورات الانطلاقيتان الاثنتان خلال خمس (–٢,٥% و –٣,٦ % و –٦,٩ % و –١,١ %) ، وبالمقابل فان القوة الوسطى الاكبر وصلت في جميع الجولات مع مجموعة ١,٥ غم في اليوم بالحصول عبر خمس دورات انطلاقية باقصى سرعة من (+ ٤,٩ و + ١,٧ % و + ٢,٧ % و +٢,٩ % و ٥,١ % مقارنة مع الخط القياسي ، ولا وجود لتاثيرات واضحة للمعاملة او تفاعل عناصر تم كشفها .

القوة الدنيا (المنخفظة)

اضافة الى التاثير الظاهر للوقت المذكور سابقا ، فان قيم القوة الدنيا قد تم ملاحظتها لتكون مؤثرة بشكل واضح من خلال الحالة (قبل وبعد تناول الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد) ومن خلال الحالة × تفاعل المجموعة ($P< 0.05$) ، ان هذه الاحصائيات تفضي الى القول ان نسبة القوة الدنيا عبر خمس جولات انطلاقية باقصى سرعة قد تغيرت من الخط القياسي بشكل مختلف عبر ثلاث مستويات تكميلية، والشكل ٣ يقدم توضيحاً للتغيرات المتناقضة في القوة الدنيا بين المجموعات ، ان قيم القوة المنخفضة واضحة بشكل اكبر مع مجموعة الجرعة ٣,٠ غم في اليوم (+ ١٩,١ % و + ٩,١ % و + ١٩,٤ % و + ١٠,٧ % و + ١٩,٣ %) و مع امتصاص جرعة ٤,٥ غم في اليوم (+١٧,٦ % و ١٩,٠ % و + ١٦,٠ % و + ١٩,٣ % و + ١١,٨ %) ،ان مجموعة الجرعة ١,٥ غم في اليوم تعرض قيم منخفضة من الكرنتين الكلايسين والفبيوبينيل الطويل الامد في الجولات الانطلاقية الثلاثة خلال خمسة ٢-٥% اعلى من القيم الاولية ، وبصورة عامة فان مجموعات الجرعات ٣,٠ و ٤,٥ غم في اليوم ، قد منعت من النسب العليا بشكل جلي للقوة الدنيا مقارنة مع الخط القياسي بينما برزت جرعة المجموعة ١,٥ غم في اليوم في اعطاء تغيرات وسطية اكثر في القوة الدنيا مع الجولات الانطلاقية ٣-٥ .

الحامض اللبني

تم تبيان قيم الحامض اللبني في الخط القياسي ٤ و ١٤ دقيقة قبل التمرين في كل من المجموعات التكميلية الثلاث في الجدول ٤ ، حيث ان قيم الحامض اللبني كانت مختلفة بشكل واضح عبر الوقت في جميع المجموعات ($P < 0.05$) بقيم عالية قبل التمرين (٤ و ١٤ دقيقة) مقارنة مع قيم الخط القياسي ، ان النموذج العام لتجمع الحامض اللبني المنخفض مع الكرنتين الكلايسين و الفبيوبينيل الطويل الامد يتضح بدرجة ما في دراسة المجموعات الثلاث و لكن مجموعة الجرعة ١,٥ غم في اليوم تعرض اتجاه قوي ($p=0.07$) للانخفاض الاحصائي الظاهر في مستويات الحامض اللبني في الدم المطلقة في ١٤ دقيقة قبل الانطلاق باقصى سرعة ، لقد تم حساب ناتج القوة لكل وحدة لتجمع شبكة الحامض اللبني كما يلي (في وقت الراحة LAC14-LAC) .1- (MPave) بقيم تختلف فقط مع الكرنتين الكلايسين

و الفبيوبينيل الطويل الامد في مجموعة ١,٥ غم في اليوم ،ان مجموعة ١,٥ غم في اليوم بالنسبة للكرنتين الكلايسين الفبيوبينيل الطويل الامد يمنع انخفاض ٢٤,١ % في شبكة الحامض اللبني في كل واط (١,٤٤ الى ١,٠٩) مليمول واط −١ (P<0.05) ،ان مجموعة ٣,٠ غم في اليوم تنتج في حقيقة الامر ٢٧,٠ % من الحامض اللبني اكثر لكل وحدة واط (٠,٨٠ الى ١,٠٢) مليمول واط و تعرض مجموعة ٤,٥ غم في اليوم انخفاض غير ظاهر بنسبة ١١,٦ % (١,٢٤ الى ١,٠٩ مليمول . واط −١)، ان التغيير في تجمع شبكة الحامض اللبني لكل ناتج وحدة قوة لمجموعة ١,٥ غم في اليوم ، كان واضحا اكثر من التغييرات التي ادت الى المنع من قبل المجموعات الاخريان (P< 0.05) .

نسبة ضربات القلب

ليس هناك تغيرات رئيسية واضحة او تفاعلات واضحة تم كشفها في قيم ضربات القلب في وقت الراحة، خلال او بعد خمس جولات من الانطلاق باقصى سرعة ، ان متوسط استجابات نسبة ضربات القلب كانت مشابهة لدارسة المجموعات الثلاث في وقت الراحة (تقريبا ٦١−٦٣ نبضة في الدقيقة الواحدة) وعند الاستجابة الى الجولات الانطلاقية مع متوسط زيادة ضربات القلب من ١٥٠ – ١٥٥ نبضة في الدقيقة الواحدة الى حوالي ١٧٠ نبضة في الدقيقة من الجولة الاولى الى الخامسة ، ان قيم ضربات القلب في حالة الاستعادة لم تتغير بشكل ملحوظ بين مجموعة قيم ضربات القلب من ١٢٥− ١٣٠ و ١١٠−١٢٥ نبضة في الدقيقة في اربعة و اربعة عشر دقيقة تلت الجولات الانطلاقية باقصى سرعة على التوالي .

محيط الفخذ

كشفت التحليلات عن عدم وجود تاثيرات للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد في أي جرعة او تفاعلات فيما يتعلق بالمقاييس المحيطية للفخذ ، وكان هناك تاثير وقتي واضح عندما اظهر النشاط بعد التمرين وجود مقاييس اكبر لمحيط الفخذ بالتمرين لجميع المشاركين

في الدراسة، ومع ذلك فعندما لم تكن هناك تاثيرات تفاعلية واضحة بشكل احصائي مع المستوى التكميلي (المجموعات) فانه من المفيد القول انه بينما تعرض مجموعات ٣,٠ غم في اليوم و ٤,٥ غم في اليوم زيادة مشابهة في متوسط محيط الفخذ (٣,٠ غم في اليوم : ١,٧ الى ٢,٢ سم و ٤,٥ غم في اليوم : ١,٧ الى ٢,٠ سم) فان مجموعة ١,٥ غم في اليوم تعرض زيادة حادة في محيط الفخذ مقدارها ١,٣ سم لكل من اختبار الخطوط القياسية و بعد اربعة اسابيع من التكميلي .

المناقشة

ان نتائج الاستكشاف الحالي تفيد ان زيادة الامتصاص اليومي للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد لها تاثيرات ظاهرية نوعا ما على اداء دورات الانطلاق الشديدة التكرارية العالية ، وان هؤلاء المؤلفين قد ذكروا سابقاً ان للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد يمكن ان يقدم تعزيز كبير لنتاج القوة اللاهوائية خلال الدورات الانطلاقية المكررة باقصى سرعة ، وبالاعتماد على هذه النتائج ، فقد تم النظر في ان المادة التكميلية طويلة الامد يمكن بشكل عام ان توفر تعزيزات اداء مع تلك التحسينات التي تتعلق بصورة مباشرة المستوى بفترة اطول من التكميل و الى امتصاص الكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد اليومي، ورغم ذلك فان هذه النتائج الحالية تشير الى ملاحظة ان للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد في الجرعات العالية (٣,٠ غم في اليوم و ٤,٥ غم في اليوم) تظهر في نتائج عالية القيمة من ناتج القوة و لكن ادنى قليلا من حيث متوسط القيم للقوة القصوى و القوة الوسطى ، وبالمقابل فان مجموعة الامتصاص الدنيا (١,٥ غم في اليوم) تمنع القيم المتوسطة للقوة القصوى و القوة الوسطى اكبر من الخط القياسي عبر خمس دورات انطلاقية باقصى سرعة، وذلك ما يزيد ناتج القوة المشابه الى تلك المذكورة سابقا مع الامتصاص الحاد لِـ ٤,٥ غم من للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد .

ان نتائج هذه الدراسة لاتعد ملائمة بشكل مطلق لتبيان الانخفاض الواضح في الاداء مع الامتصاص العالي للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد، ومع ذلك فان مراقبة

اليات العمل يمكن ان تتيح فرضيات مفيدة ، حيث ان الاليات الكامنة تتعلق بتحسينات الاداء الشديد الملاحظ و التي تشمل توسع الاوعية الدموية الاستثنائي للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد اضافة الى تجهيز مصدر الطاقة في شكل مجموعة بروبينيل، وان التجهيز الخلوي المتزايد للكرنتين يمكن ان يوفر تخفيفا لاهوائياً و بذلك يتم تقليل انتاج الحامض اللبني و التمكن من تحقيق مقاومة اكبر تجاه الاجهاد في حال التمرين العالي الشدة ، ومن المحتمل ان تزداد مستويات تركيز الانسجة ومصل الدم للكارنتين و البروبنيت خلال الوقت الى حد معين من التشبع ، ويوصى ان يتم مراقبة الفحوصات المستقبلية خلال الوقت من خلال خلال ديناميكية الجرعة ذات الصلة بالكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد .

ان الاليات المتعلقة بالتعزيز الشديد لناتج القوة و تقليل الحامض اللبني تكون ممكنة (في مستويات امتصاص عالية) وكذلك مسئولة عن تقليل القيم الوسطية للقوة الظاهرة في الامتصاص الطويل الامد، ان هؤلاء المؤلفين يقترحون انه من غير المحتمل ان تقوم المستويات العالية من البروبينيت او الكرنتين في مجرى الدم او نسيج العضلة بتقليل انتاج القوة خلال النطلاقات التكرارية باقصى سرعة ،مع ذلك يبدو امرا محتملا جدا ان تتجاوز كميات للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد لتاثيرات توسع الاوعية الدموية مقدارا نافعاً في مجموعات ٣,٠ غم في اليوم و ٤,٥ غم في اليوم ، وكشفت بيانات المشتركين في الدراسة و التي تتعلق بحالتهم بعد دورة الاختبار الاخيرة ان ١٣ من ٣٨ فردا قد اكملوا الدراسة متذمرين ان هناك عدم ارتياح يتعلق بعملية ضخ الساق قد حجمت من ادائهم الانطلاقي، وهؤلاء الافراد الثلاثة عشر تضمنوا ٥ من ١٢ فردا في المجموعة ذات الجرعة ٣,٠ غم في اليوم ، و سبعة من ١٤ فرد في المجموعة ذات الجرعة ١,٥ غم في اليوم بينوا ان ضخ الساق هو عامل مقيد، في حين عدم وجود إحصاءات واضحة، قدمت مجموعة ٣,٠ غم في اليوم و ٤,٥ غم في اليوم متوسط اكبر متزايد في محيط الفخذ عند الانطلاق باقصى سرعة مقارنة مع الخط القياسي بينما منعت مجموعة الجرعة ١,٥ غم في اليوم نفس ضخ الساق النسبي ، وهكذا بينما لا تستطيع نتائج هذه الدراسة الايضاح بشكل مطلق عن النقص في تعزيز ناتج القوة مع الامتصاص الطويل الامد للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل

الامد ، حيث ان المعلومات المحدودة المتوفرة تفترض ان ضخ العضلة المحلية الزائد يرتبط بذلك .

ومع زيادة شدة التمرين هناك زيادة متناسبة في تدفق الدم المحلي للعضلة في التمرين ، وان توسع الاوعية الدموية يعطي مستويات تصل من ٢٥-٥٠ مرة لفترات راحة لتدفق الدم المحلي من خلال وسيلة استرخاء العضلة الشريانية الملساء و سماح العضلة العاصرة بتدفق الدم الى الانابيب الشعرية، ان عملية توسع الاوعية الدموية ترتبط كثيرا باوكسيد النتريك كما ان جزيئة النتروجين التفاعلية القصيرة الامد تكون مسؤولة عن تنظيم نبرة العضلة الوعائية، ومذ تم تحديد ان يكون اوكسيد النتريك له دور حيوي في السيطرة على تدفق الدم ،فقد نظر العلماء في مستويات التاثير المتزايد من ان تؤثر على الوظيفة القلبية الوعائية بشكل خاص و على اداء التمرين بشكل عام، ومع ذلك فان المسالة تبقى قضية افتراض على عدم برهنة وجود مكمل غذائي يكون قادرا على التاثير على تصنيع اوكسيد النتريك حتى الوقت الحاضر.

ان المكمل الغذائي الوحيد الذي تم تبيانه بشكل مباشر للتاثير على انتاج اوكسيد النتريك هو الكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد ، وقد تم تبيان ان ٢٨ يوما من تناول للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد بجرعة ٤,٥ غم في اليوم تنتج مستويات مرتفعة بشكل واضح من النتريت و النترات، وان المكمل الشديد بمقدار ٤,٥ غم في اليوم ينتج تحسن واضح في ناتج القوة في ركوب الدراجات ،ولكن في الدراسة الحالية الطويلة الامد للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد في الامتصاص اليومي لم يكن الامر يتعلق بتعزيز القوة ، وبالاحرى فبعد ٢٨ يوم من تناول للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد بمقدار ٤,٥ غم في اليوم كان هناك نسبة كبيرة واضحة من انخفاض القوة ضمن الانطلاقات الفردية باقصى سرعة للافراد مع انخفاض ناتج القوة الوسطي ، وبالمقابل اظهر ٢٨ يوم من تناول الجرعة ١,٥ غم في اليوم قيم وسطية متزايدة للقوة تشابه تلك التي تمنع و بشمل حاد الجرعة ٤,٥ غم، ان الزيادة في اوكسيد النتريك بعد ٢٨ يوم من تناول للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد بجرعة مقدارها ٤,٥ غم في اليوم يتعلق بشكل واضح بضخ الساق الاقصى الذي يحجم قوة ركوب الدراجات في الدراسة الحالية ، ونفس الامر يصدق على الجرعة ٤,٥ غم في اليوم ، حيث ان هناك انخفاض واضح في شبكة تجمع

الحامض اللبني في كل وحدة قوة بشكل كبير تشبه الانخفاضات الملاحظة ايضا بعد ٢٨ يوم بجرعة ١,٥ غم في اليوم، ولكن ليس بعد ٢٨ يوم بجرعة ٤,٥ غم في اليوم ، و بشكل واضح تتعلق تاثيرات للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد بالاليات الفردية المختلفة ، ان تاثيرات توسع الاوعية الدموية بالتاكيد تتعلق بشكل مباشر بمستويات اوكسيد النتريك بينما ان ناتج القوة المتزايدة يمكن ان يتعلق بالتجهيز الخلوي المتزايد لوحدة البروبونيت التي عندما تتحول الى السوكينات فانها توفر اساس للطاقة اللاهوائية، كما ان تجهيز الكرنتين الاكبر يمكن ان يكون مسؤولا عن تجمع الحامض اللبني المنخفض بسبب الانخفاض في الانزيم المساعد A المشترك ، وبهذا يتم تقليل نسبة الاجهاد و تمكين تحقيق نسبة عالية من ناتج القوة ، ويمكن ان يظهر كل من تاثيرات تمدد الاوعية الدموية و تاثيرات تعزيز ناتج القوة المتزايد في الكمية خلال فترة ٢٨ يوم من الدراسة الحالية .

ان الدراسة الحالية قد تم تحجيمها من خلال جملة من العناصر التي شملت حجم العينة المعتدلة الذي يعيق التحليلات الاحصائية، و بعض الاختلافات ضمن المجموعات يمكن ان تتعلق بنقص السيطرة على اكمال الدراسة، وتم توفير مادة الكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد للمشتركين في الدراسة لمدة ٢٨ يوم بمستويات مجموعة متتالية و تم توجيههم لتناول ست امبولات يومياً، رغم ذلك لم تكن هناك وسائل متوفرة للتاكد من الامتصاص اليومي للمكملات المتتابعة، هذا الفحص تم تطبيقه بثلاث جرعات محددة (١,٥ و ٣,٠ و ٤,٥ غم في اليوم الواحد) لجميع المشتركين في الدراسة، ان الجرعة المحددة بغض النظر عن كتلة الجسم من المحتمل ان تزيد من التغير في الاستجابة ضمن المجموعات التكميلية و بهذا يتم تحديد نتائج الدراسة الحالية ، ويوصى للفحوصات المستقبلية بان تتم مراقبة الجرعة النسبية للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد مع كتلة الجسم .

و بغضض النظر عن هذه التقييدات الكامنة ، فان الاساس الموضوعي المشترك لتعزيز ناتج القوة مع تقليل تجمع الحامض اللبني كما تم ملاحظته مع المكمل الشديد، بينما قدمت مجموعة الجرعة ١,٥ غم في اليوم تحسينات في القيم الوسطية لناتج القوة مع شبكة تجمع الحامض اللبني المنخفضة بشكل واضح في كل وحدة قوة ، وقدمت مجموعة الجرعة ٣,٠ غم في اليوم و٤,٥ غم في اليوم قيم وسطية منخفضة بشكل حقيقي لناتج القوة ، ومن خلال

تقارير المشتركين و مقاييس محيط الفخذ النسبية، يبدو ان مستويات الامتصاص العالية تعطي مستويات عالية من ضخ الساق الذي يتحرك بشكل عرقلة خلال السرعة العالية و جولة الانطلاق الشديدة باقصى سرعة، ومع ذلك ان هذا ليس للتطبيق مستويات الامتصاص العالية في ان تكون ذات ضرر في جميع المواقف الرياضية و من الممكن ان تبرهن على منفعة معينة في بعض الانماط الخاصة الى حد معين ، ويمكن ان توفر الزيادة الواضحة لتدفق الدم للعضلات حال التمرين منافع تدريبية لبعض الرياضيين خلال انواع معينة من المنافسة او التكيف البدني ، فعلى سبيل المثال يمكن ان توفر الدرجة العالية من ضخ الساق منافع تكيف رياضية استثنائية الى اولئك الذين هم يتنافسون في مجال بناء الاجسام و اخرين خلال الاوجه الخاصة من التدريب .

الاستنتاج

يبدو ان المكمل المزمن للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل يوفر منافع غير معتمدة على الجرعات ، بينما يكون المكمل الشديد من الجرعة ٤,٥ غم كما تم تبانه اعلاه انه يوفر تعزيزا واضحا لقدرة النشاط اللاهوائية، فقد اقترحت الدراسة الحالية ان المكمل المزمن للكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد ذي الجرعات ٣,٠ غم و ٤,٥ غم في اليوم ، لا يقوم بتجسين الاداء اللاهوائي للجولات الشديدة عالية السرعة و يمكن ان يؤدي الى تاثيرات ضارة مع السرعة العالية و التمرين العالي الشدة ، ومع ذلك فان هذه النتائج تقترح ايضا ان الكرنتين الكلاسين الفبيونبيل التكميلي طويل الامد ذي الجرعة ١,٥ غم يمكن ان يوفر تعزيزات للقدرة اللاهوائية ، ان هذه النتائج تقترح ايضا ان المكمل ذو الامد الطويل مع هذه الجرعة (١,٥ غم في اليوم الواحد) تقلل من تجمع الحامض اللبني مع الزيادة الشديدة للتمرين .