

فيزيولوجيا الرياضة

الجمهورية العربية السورية

المركز الوطني للمتميزين

حلقة بحث في مادة علم الأحياء عام 2015/2016

تقدمة الطالب: عبد الله بلول

إشراف المدرس: نضال حسن



**إشكالية البحث**

كيف يمكن للرياضي (وبالأخص المتسابق) الوصول إلى نتائج رياضية أفضل؟

**المقدمة**

يعتلي الفرد أعلى المستويات الخمس الأولى في التصنيف الحيوي حيث يبدأ هذا التصنيف بالخلية وبعدها الأنسجة والأنسجة تكون الأعضاء والتي بدورها تكون الأجهزة ومن ثم الأفراد لذلك فإن الجسم يعد مكوناً من أجهزة تتضافر مع بعضها لإعطاء كل كائن حي قوامه الخاص وتساعده على السير والوقوف وتدعى هذه الأجهزة بالمنظومة الدعامية الحركية والتي تتكون من الهيكل العظمي والعضلات المغطية له، ونحن كبشر نهتم كثيراً بهذين الجهازين لأنهما أساس البقاء بصحة جيدة والقدرة على ممارسة الأنشطة اليومية، ولهذا نتوجه إلى الرياضة لكي نحافظ على قوة وصحة أجسامنا، فدعونا نتعرف على فيزيولوجية عمل الجسم أثناء التمارين الرياضية والتي تركز بصورة رئيسية على الحدود القصوى التي يمكن ان تتحملها الآليات الجسدية للحد من مخاطر الرياضة على البشر.

**الباب الأول: العضلات قوتها والنظم الاستقلابية فيها**

**عوامل القوة العضلية**

إن أهم العوامل المشتركة في الأنشطة الرياضية هو ماذا يمكن للعضلات أن تفعله لك، أي ما مقدار القوة التي يمكن أن تعطيها عند الحاجة وما هي القدرة القادرة على توليدها أثناء القيام بعمل ولأية مدة يمكن أن تستمر في فعاليتها.

أولاً: تتعين القوة العضلية بصورة رئيسية بحجم العضلة مع أقصى قوة تقلص يمكن أن تولدها بين 3-4 $Kg/Cm^{2}$ *لمساحة المقطع العرضي للعضلة ولهذا فإن الرجل الغني بالتستوستيرون والذي تكون له عضلات ضخمة يكون أقوى بكثير من الأشخاص الذين لا يمتلكون أفضلية التستوستيرون كما أن الرياضي الذي ضخم عضلاته من خلال برنامج تدريب رياضي تكون له قوة عضلية كبيرة.*

*وكمثال عم ورد سابقاً يمتلك رافعي الأثقال عضلة رباعية الرؤوس ذات مقطع عرضي يبلغ 150*$Cm^{2}$، *وهذا يعني بأن لها قوة عضلية تقلصية تبلغ 525Kg وتوضع هذه القوة على الوتر الرضفي ولهذا يمكننا بسهولة أن نفهم كيف يمكن لهذا الوتر أن يتمزق أو يقتلع من مغرزه في الظنبوب تحت الركبة وبالإضافة لذلك عند حدوث مثل هذه القوى في أوتار تعبر فوق المفاصل تتوضع قوة مساوية لها على سطوح المفاصل وهذا يعلل وقوع الحوادث كانزياح الغضاريف أو الكسور الانضغاطية حول المفاصل أو تمزق الأربطة العضلية.*

*وتبلغ قوة الإمساك holding strength بالعضلة حوالي 40% أكثر من القوة التقلصية الكبرى أي إذا كانت العضلة قد سبق وأن تقلصت وحاولت قوة ما تمديدها فإن ذلك يحتاج إلى قوة تبلغ حوالي40% أكثر مما يمكن تحقيقه بالتقلص التقصيري للعضلة. ولذلك فإنه في المثال السابق قوة التقلص التي تم قياسها تصبح 735Kg ومن الواضح أن ذلك سوف يشكل ضغطاً أكبر على العضلات والأوتار والأربطة المفصلية مما يزيد من احتمالية إصابتها كما أنه يمكن أن يؤدي إلى حصول تمزق داخلي في العضلة نفسها وفي الحقيقة إن تمديد العضلة التي وصلت إلى حدها التقلصي الأقصى يؤدي إلى أعلى درجة من الألم العضلي.*

*وعلينا الانتباه في هذا السياق على الاختلاف بين قدرة العضلة وقوة العضلة حيث أن القدرة هي مقياس كمية العمل الكلية التي تتمكن العضلة من إنجازها في فترة زمنية معينة، ولا يتعين ذلك بقوة التقلص العضلي فقط ولكن أيضاً بمسافة التقلص وبعدد مرات التقلص في الدقيقة وتقاس هذه القدرة بالكيلوغرام في المتر على الدقيقة الواحدة، أي أن العضلة التي تتمكن من رفع وزن 1Kg إلى ارتفاع 1M أو تحريكه بصورة جانبية لمسافة 1M في دقيقة واحدة يقال إن لها قدرة تساوي*

 *1(Kg-M/Min) وتبلغ القدرة القصوى التي يمكن أن تحققها كل عضلات الجسم لرياضي عالي التدريب عند عمل كل عضلاته سوية تقريباً كالتالي:*

*الثواني 8-10 الأولى 7000(Kg-M/Min)*

*الدقيقة التالية 4000(Kg-M/Min)*

*النصف الساعة التالية 1700(Kg-M/Min)[[1]](#footnote-1)*

*ويتضح مم سبق بأن للشخص القدرة على توليد اندفاع مفرط للقدرة لفترة قصيرة من الوقت مثلما يحدث في سباق الجري لمسافة 100 متر مثلاً. ومع ذلك فإن هذا لا يعني بأن الإنجاز الرياضي للشخص هو أربعة أضعافه أثناء اندفاع القدرة الأولي مما هو عليه خلال النصف ساعة التالية لأن كفاءة تحويل نتاج القدرة العضلية إلى إنجاز رياضي هي في الغالب أقل كثيراً أثناء النشاط السريع مما هي عليه أثناء النشاط الأقل سرعة ولكن المستمر.*

*بعد أن انتهينا من التعرف على القوة العضلية والقدرة العضلية كمبادئ أولية يبقى لدينا التعرف على آخر مقاييس الإنجاز العضلي وهو التحمل ويعتمد التحمل العضلي على الدعم الغذائي للعضلة وأكثر من كل شيء آخر على كمية الغليكوجين التي يمكن تخزينها في العضلة قبل فترة التمرين، فالشخص الذي يتغذى على غذاء عالي السكريات يخزن مخزوناً من الغليكوجين في عضلاته أكثر مما يخزنه شخص يتغذى على غذاء مختلط أو غذاء عالي الدسم. ولذلك فإن التحمل يعزز بواسطة الغذاء العالي السكريات وعندما يجري الرياضي بسرعة اعتيادية لسباق الماراثون يكون تحمله المقيس بالزمن الذي يمكنه أن يحافظ فيه على السباق حتى الإنهاك التام هو تقريباً كما يلي:*

*غذاء عالي السكريات 240 دقيقة*

*غذاء مختلط 120 دقيقة*

*غذاء عالي الدسم 85 دقيقة[[2]](#footnote-2)*

*وتفسر الكميات الموافقة من الغليكوجين المخزون في العضلات قبل بدء السباق هذه الفروق وتبلغ تقريباً الكميات المخزونة في كيلوغرام واحد من العضل ما يلي:*

*غذاء عالي السكريات 40g*

*غذاء مختلط 20g*

*غذاء عالي الدسم 6g [[3]](#footnote-3)*

 ***النظم الاستقلابية العضلية في التمارين***

*توجد في العضلات نفس النظم الاستقلابية الأساسية التي توجد في كل أقسام الجسم الأخرى. ومع ذلك فهناك ثلاثة قياسات كمية خاصة لفعاليات ثلاثة أنظمة استقلابية مهمة جداً لفهم حدود الفعاليات الفيزيائية وهذه الأنظمة هي: نظام الفسفاجين \_ نظام الغليكوجين-حمض اللاكتيك \_ النظام الهوائي.*

1. ***نظام الفسفاجين***

*إن المصدر الأساسي للطاقة اللازمة للتقلص العضلي هو ثلاثي فوسفات الأدينوزين (ATP) الذي له الصيغة الأساسية* po3)~po3~po3-أدينوزين)  *وتسمى الرابطتين الموصلتين بين جذري الفوسفات الأخيرين بالجزيء والمعلمتين بالرمز~ بالرابطتان الفسفاتيتان عاليتا الطاقة وتخزن كل من هاتي الرابطتين 7300 سعرة من الطاقة في كل مول من الـ ATP تحت الظروف القياسية، ولهذا فعند إزالة أحد جذور الفوسفات من الجزيء تتحرر 7300 سعرة من الطاقة التي يمكن أن تستعمل في توفير الطاقة لعملية التقلص ومن ثم عتد يزال جذر فوسفاتي آخر تتحرر وتتوفر 7300 سعرة أخرى. وتؤدي إزالة الفوسفات الأولى إلى تحويل الـ ATP إلى ثنائي فوسفات الأدينوزين ADP وتؤدي إزالة الفوسفات الثانية إلى تحويل ال ADP إلى أحادي فوسفات الأدينوزين AMP.*

*ولسوء الحظ فإن كمية الـ ATP الموجودة في العضلة حتى في عضلات الرياضين جيدي التدريب لا تكفي لإدامة القدرة العضلية القصوى إلا لحوالي 3 ثواني فقط ويمكن أن تكفي لجري مسافة 25 متر فقط ولذلك ففيما عدا بضع ثواني في كل مرة فمن الضروري أن يتولدATP جديد باستمرار حتى أثناء إجراء السباقات الرياضية ويبين الشكل (2-1) النظام الاستقلابي العام مظهراً تفكك الـ ATP أولاً إلى ADP ثم إلى AMP لتحرير الطاقة اللازمة لتقلص العضلة وفي يسار الشكل نجد الأنظمة المسؤولة عن إعادة إمداد مستمر لثلاثي فوسفات الأدينوزين في الألياف العضلية والتي هي:*

*تحرير الطاقة من الفوسفوكرياتين والذي هو مركب كيميائي آخر ذو رابطة فوسفاتية عالية الطاقة وصيغته*  *ويمكن أن يتحلل إلى كرياتين وأيون الفوسفات وعند قيامه بذلك فإنه يحرر كميات كبيرة من الطاقة أعلى من تلك التي يحررها تفكك الـ ATP وهي 10300 سعرة طاقية للمول الواحد ولهذا يمكن الفوسفوكرياتين أن يجهز بسهولة كميات كافية من الطاقة لإعادة تركيب الرابطة العالية للـ ATP وبالإضافة لذلك فإن لمعظم الخلايا العضلية كميات من الفوسفوكرياتين تساوي ضعفين إلى أربعة أضعاف كمية الـ ATP.*

**

*الشكل (1-2-1)*

*وإحدى الخواص المميزة لتحويل الطاقة من الفوسفوكرياتين إلى ATP هي أنها تتم خلال جزء صغير من الثانية ولهذا إن كل الطاقة المخزونة في الفوسفوكرياتين في العضلات تكون متوفرة فوراً للتقلص العضلي تماماً مثل الطاقة المخزونة في الـ ATP. وتسمى الكميات المتحدة من ATP الخلايا وفوسفوكرياتين الخلايا نظام الفوسفاجين للطاقة ويمكن لهذا النظام توفير قدرة عضلية قصوى لمدة 8-10 ثوان وهي كافية تقريباً لجريان 100 متر ولهذا فإن الطاقة من نظام الفوسفاجين تستعمل للاندفاعات القصوى السريعة والقصيرة لقدرة العضلة.*

1. ***نظام الغليكوجين-حمض اللاكتيك***

*من الممكن للغليكوجين المخزن في العضل أن ينشطر إلى غلوكوز وهو سكر أحادي بسيط يستعمل لتوليد الطاقة وتسمى المرحلة الأولى من هذه العملية بتحلل السكر وهي تتم بصورة تامة من دون استعمال أي أكسجين ولهذا تسمى بالأكسدة اللاهوائية وخلال عملية تحلل السكر هذه ينشطر كل جزيء غلوكوز إلى جزيئين من حمض البيروفيك ويتجه بعد ذلك إلى متقدرات الخلايا العضلية ويتفاعل مع الأكسجين ليولد عدة جزيئات ATP أخرى ولكن عند عدم توفر كمية كافية من الأكسجين لهذه المرحلة الثانية (مرحلة الأكسدة) من استقلاب الغلوكوز فإن معظم حمض البيروفيك يتحول إلى حمض اللاكتيك الذي ينتشر إلى خارج الخلايا العضلية إلى السائل وإلى الدم. وإحدى الخواص الأخرى لنظام الغليكوجين-حمض اللاكتيك هي انه يتمكن بسرعة من تكوين جزيئات ATP بسرعة تقارب 2.5 ضعف سرعة آلية التأكسد في المتقدرات ولهذا فعندما تدعو الحاجة إلى كميات كبيرة من الـ ATP لفترات قصيرة أو معتدلة من التقلص العضلي يمكن أن تستعمل آلية تحلل السكر لاهوائياً كمصدر سريع للطاقة وهو ليس سريعاً بسرعة نظام الفوسفاجين ولكنه بنصف سرعته تقريباً ويمكن أن يوفر نظام الغليكوجين-حمض اللاكتيك في الظروف المثلى فعالية عضلية قصوى تدوم لمدة 1.3-1.6 دقائق بالإضافة لل8-10 ثوان التي يوفرها نظام الفوسفاجين بالرغم من تناقص القدرة العضلية لحد ما.*

1. ***النظام الهوائي.***

*هذا النظام هو نظام أكسدة المواد الغذائية في المتقدرات الخلوية لتوفير الطاقة وهذا يعني أن الغلوكوز والحموض الدهنية والحموض الأمينية الموجودة في الطعام تتحد -بوجود وسيط -مع الأكسجين فتحرر كميات كبيرة من الطاقة التي تستعمل لتحويل AMP وADP إلى ATP وهذه مقارنة في سرعة تركيب الـ ATP في الأنظمة الثلاث:*

*نظام الفوسفاجين 4 جزيء ATP بالدقيقة*

*نظام الغليكوجين-حمض اللاكتيك 2.5 جزيء ATP بالدقيقة*

*النظام الهوائي 1 جزيء ATP بالدقيقة[[4]](#footnote-4)*

*أما عند مقارنة مقدار التحمل لكل نظام نجد:*

*نظام الفوسفاجين 8-10 ثواني.*

*نظام الغليكوجين-حمض اللاكتيك 1.3-1.6 دقيقة.*

*النظام الهوائي زمن غير محدد يدوم بدوام وجود الغذاء.*

*مما سبق يمكننا أن نرى مباشرةً أن نظام الفوسفاجين هو الذي تستعمله العضلات للقدرات الاندفاعية السريعة قصيرة الأمد، وتدعو الحاجة للنظام الهوائي للفعاليات الرياضية الطويلة ويستعمل نظام الغليكوجين-حمض اللاكتيك بين هاتين الحالتين وهذا مهم بصورة خاصة لإعطاء قدرة إضافية أثناء السباقات المتوسطة مثل سباقات ركض الـ200-800 متر*

*وفي السياق السابق يتبادر إلى أذهاننا السؤال التالي وهو:* ***أي نوع من الرياضات يستعمل أياً من الأنظمة السابقة؟***

*نورد للقراء المحترمين جدولاً بأنواع من الرياضات والنظام الذي تستخدمه كل رياضة*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *الرياضة*  | *نظام الفوسفاجين*  | *نظام الغليكوجين-حمض اللاكتيك* | *النظام الهوائي* |
| *ركض 100 متر* | *X* |  |  |
| *قفز* | *X* |  |  |
| *رفع أثقال* | *X* |  |  |
| *غطس* | *X* |  |  |
| *الجري في كرة القدم* | *X* |  |  |
| *ركض 200 متر* | *X* | *X* |  |
| *كرة السلة*  | *X* | *X* |  |
| *الجري في البيسبول* | *X* | *X* |  |
| *الجري في هوكي الجليد* | *X* | *X* |  |
| *ركض 400 متر* |  | *X* |  |
| *سباحة 100 متر* |  | *X* |  |
| *التنس* |  | *X* |  |
| *كرة القدم* |  | *X* |  |
| *ركض 800 متر* |  | *X* | *X* |
| *سباحة 200 متر* |  | *X* | *X* |
| *تزلج1500 متر على الجليد* |  | *X* | *X* |
| *ملاكمة* |  | *X* | *X* |
| *تجديف 2000 متر* |  | *X* | *X* |
| *ركض 1500 متر* |  | *X* | *X* |
| *ركض الميل الواحد* |  | *X* | *X* |
| *سباحة 400 متر* |  | *X* | *X* |
| *تزلج 10000 متر على الجليد* |  |  | *X* |
| *تزحلق الضاحية* |  |  | *X* |
| *الماراثون 42.2 كيلومتر* |  |  | *X* |
| *هرولة* |  |  | *X* |

 *جدول(1-2-1)*

***شفاء أنظمة الاستقلاب العضلي بعد التمرين***

*من الممكن استعمال الطاقة من نظام الغليكوجين-حمض اللاكتيك لإعادة تركيب الفوسفوكرياتين وATP بنفس الطريقة التي تستعمل بها الطاقة من الفوسفوكرياتين لإعادة تركيب الـ ATP ومن ثم يمكن استعمال الطاقة الناتجة من الاستقلاب التأكسدي في النظام الهوائي لإعادة تركيب الأنظمة الأخرى ATP والفوسفوكرياتين وكذلك نظام الغليكوجين-حمض اللاكتيك.*

*ويعني إعادة تكوين نظام حمض اللاكتيك بصورة رئيسية إزالة حمض اللاكتيك الفائض الذي كان قد تراكم في سوائل الجسم وهذا مهم بصورة خاصة لأن حمض اللاكتيك يسبب التعب الشديد وعندما تتوفر كمية كافية من الطاقة من الاستقلاب التأكسدي تتم إزالة حمض اللاكتيك بطريقتين: الأولى هي أن يعاد تحويل جزء منه إلى حمض البيروفيك ومن ثم يستقلب بالتأكسد في كل أنسجة الجسم، والثانية هي إعادة تحويل حمض اللاكتيك المتبقي إلى غلوكوز في الكبد بصورة رئيسية والذي يستعمل بدوره لتعزيز مخزن الغليكوجين في العضلات. يستنزف حتى خلال المراحل الأولى من التمارين الشديدة جزء من مقدرة الشخص من الطاقة الهوائية ويتولد ذلك من تأثيرين هما: الدين الأوكسيجيني oxygen dept. ونفاذ مخزون الغليكوجين من العضلات.*

**

*الشكل(1-3-1)*

 ***دين الأكسجين:*** *يحتوي الجسم عادة على حوالي لترين من الأكسجين المخزون الذي يمكن استعماله للاستقلاب الهوائي حتى من دون تنفس أي أكسجين ويتكون هذا الأكسجين المخزون من 0.5 لتر في هواء الرئتين 0.25، لتر مذاب في سوائل الجسم، لتر واحد متحد مع هيموغلوبين الدم، 0.3 لتر مخزون في ألياف العضلات نفسها متحد مع الميوغلوبين وهو مادة كيميائية رابطة للأكسجين شبيهة بالهيموغلوبين. ويستعمل كل هذا الأكسجين المخزون تقريباً في التمارين الشديدة خلال دقيقة أو ما يقاربها بالاستقلاب الهوائي ومن ثم بعد أن ينتهي التمرين يجب أن يعزز هذا الأكسجين المخزون بتنفس كميات إضافية من الأكسجين تفوق حاجات الجسم له بالإضافة لذلك يجب استهلاك 9 لترات أخرى من الأكسجين لإعادة بناء نظامي الفوسفاجين وحمض اللاكتيك ويسمى كل هذا الأكسجين الإضافي الذي يجب إيفائه للجسم بالدين الأكسيجيني وكما رأينا في الشكل السابق في الدقائق الأربغ الأولى يقوم الشخص بتمرين شديد وتزداد سرعة استهلاكه للأكسجين بحوالي 15 ضعفاً ومن ثم بعد انتهاء التمرين يبقى استهلاك الأكسيجين فوق المستوى الطبيعي ويكون ذلك عالياً جداً في البدء عندما يكون الجسم يعمل على إعادة تركيب نظام الفوسفاجين وكذلك ليوفي جزء من دين الأكسجين لأكسجين الجسم المخزن ومن ثم لمدة ساعة أخرى بمستوى أوطأ يزال خلالها حمض اللاكتيك ويسمى القسم الأول من دين الأكسحين ب دين الأكسجين اللاحمضي اللاكتيكي وهو يبلغ 3.5 ليترات ويسمى القسم الأخير من دين الأكسجين ب دين الأكسجين الحمضي اللاكتيكي ويبلغ 8 ليترات.*

***إعادة تكوين غليكوجين العضل*** *إن الشفاء من نفاد غليكوجين العضل الإنهاكي ليس بالأمر السهل وغالباً ما يحتاج إلى أيام بدلاً من الثواني أو الدقائق أو الساعات التي يحتاجها نظاما استقلاب الفوسفاجين وحمض اللاكتيك وتتم عملية الشفاء هذه بثلاث آليات مختلفة بحسب طبيعة الجسم المصاب بالتعب: الأول في الأشخاص الذين يقتاتون غذاء غني بالسكريات والثاني للأشخاص الذين يقتاتون غذاءً غنياً بالدهن والبروتين والثالث هو في الأشخاص الذين بدون غذاء. ويلاحظ أنه في حالة التغذية الغنية بالسكريات يتم الشفاء التام في حوالي يومين تقريباً ومن الناحية الأخرى فإن الأشخاص الذين يقتاتون الغذاء الغني بالدهن والبروتين وأولئك الذين بدون غذاء أبداً يظهرون شفاءً قليلاً جداً حتى بعد خمسة أيام وما نستخلصه من هذه المقارنة هو (من المهم للرياضي أن يتناول غذاء عالي السكريات قبل أي مشقة رياضية – كما أن عليه أن لا يشارك في أية تمارين منهكة خلال الـ 48 الساعة التي تسبق النشاط الرياضي.*

**

*شكل(1-3-2)*

***المغذيات التي تستعمل أثناء النشاط العضلي***

*بالرغم من التأكيد على أهمية الغذاء الغني بالسكريات وعلى أهمية المخزون العالي في غليكوجين العضلات للقيام بالتمارين الرياضية التي تحتاج إلى طاقة عالية إلا أن هذا لا يعني أن السكريات هي المغذيات الوحيدة التي تستخدم لإنتاج الطاقة العضلية ولكنه يعني أن استعمالها هو المفضل من قبل العضلات وفي الواقع فإن العضلات تستعمل كميات كبيرة من الدهون لتوليد الطاقة بشكل حموض دهنية وحمض الأستيوأسيتيك وتستعمل أيضاً كميات أصغر من البروتينات بشكل حموض أمينية وفي الواقع وحتى في أحسن الظروف ينفد مخزون الغليكوجين من العضلات في سباقات التحمل الرياضي الطويل الأمد والتي تدوم أكثر من 4-5 ساعات وتتقلص قدرته على تجهيز الطاقة للتقلص العضلي عند ذلك تعتمد العضلة على الدهون ثم البروتينات لإنتاج الكمية الكافية من الطاقة. وإليكم مخطط يبين النسبة المئوية لاستعمال السكريات تحت الظروف الغذائية الثلاث. *

*شكل(1-4-1)*

*ويلاحظ أن كل الطاقة من السكريات تستمد من مخزون غليكوجين العضلات وفي الواقع فإن الكبد يخزن كمية من الغليكوجين تساوي تقريباً تلك التي تخزن منه في العضلات ويمكن أن يحرر ذلك إلى الدم مباشرةً بشكل غلوكوز تستخدمه العضلات كمصدر للطاقة وبالإضافة لذلك فإن محاليل الغلوكوز التي تعطى للرياضيين لشربها قبل السباقات الرياضية (بتراكيز مثلى بين 2 والـ 2.5%) يمكنها أن تجهز ما يصل إلى 30-40% من الطاقة الضرورية اللازمة للسباقات الطويلة مثل سباق الماراثون.*

***تأثير التدريب الرياضي على العضلات وعلى الأداء العضلي***

*إن أحد الأسس الرئيسة لتنمية العضلات وتطويرها أثناء التدريب الرياضي هو ما يلي: إن العضلات التي تعمل بدون تحميل حتى لو تمرنت لعدة ساعات فإن قوتها لا تزداد إلا قليلاً وعلى الطرف الآخر فإن العضلات التي تتقلص إلى أكثر من 50% من قوتها القصوى تطور قوة شديدة وبسرعة كبيرة حتى لو قامت بعدة تقلصات في اليوم فقط. وبالاعتماد على المبدأ السابق أظهرت التجارب على بناء العضلات بأن ستة تقلصات قريبة من التقلص الأقصى للعضلة تجري بثلاث مجموعات متفرقة لثلاثة أيام في الأسبوع تولد بصورة تقريبية زيادة مثالية في قوة العضلات من دون توليد تعب عضلي مزمن.*

*التضخم العضلي: يتعين الحجم الأساسي لعضلات الشخص بصورة رئيسة بالوراثة بالإضافة إلى مستوى إفراز التستوستيرون في الرجال ولكن يمكن أن تتضخم العضلات بالتدريب إلى ما يصل إلى 30-60% إضافية ويتولد معظم هذا التضخم من الزيادة في أقطار الألياف العصبية أو الزيادة في عددها. وتشمل التغيرات التي تحصل داخل الليف العضلي المتضخم:*

1. *زيادة أعداد اللييفات العضلية بنسبة درجة التضخم.*
2. *زيادة تصل إلى 120% في إفراز أنزيمات المتقدرات.*
3. *زيادة تبلغ 60-80% في مكونات نظام الفوسفاجين الاستقلابي ويشمل ذلك الـ ATP والفوسفوكرياتين.*
4. *زيادة تصل إلى 50% في مخزون الغليكوجين.*
5. *زيادة تبلغ 75-100% في مخزون ثلاثي الغليسيريد (الدهن).[[5]](#footnote-5)*

*وبسبب كل هذه التغيرات تزداد قدرة الأنظمة الاستقلابية الهوائية واللاهوائية وهي تزيد بصورة خاصة سرعة التأكسد في حالات توليد الطاقة القصوى وتزيد من كفاءة نظام الاستقلاب التأكسدي بما يبلغ 45%.*

***الباب الثاني: عوامل الحرارة وغازات وأملاح وسوائل الدم أثناء التمارين***

***التنفس أثناء التمارين***

*بالرغم من أن المقدرة التنفسية للشخص ذات أهمية قليلة نسبياً لإنجاز الرياضيات القصيرة المسافة فإنها حرجة جداً في الرياضيات التحملية الشاقة التي تطلب الطاقة العضلية القصوى*

*يبلغ استهلاك الأكسجين الاعتيادي للشخص البالغ عند الراحة حوالي 250مل/د ولكن في الحالات القصوى يمكن أن تزداد هذه النسبة لما يقارب المعدلات التالية:*

 *الذكر العادي غير المدرب 3600 مل/د*

*الذكر العادي المدرب رياضياً 4000 مل/د*

*الذكر المتسابق لمسافات طويلة 5100 مل/د[[6]](#footnote-6)*



*شكل(2-1-1)*

*ويبين الشكل السابق العلاقة بين استهلاك الأكسجين والتهوية الرئوية الشاملة عند مختلف درجات التمرين ويلاحظ منه أن معدل استهلاك الأكسجين والتهوية الرئوية يزداد إلى 20 ضعفاً بين حالة الراحة وبين حالة شدة التمرين القصوى عند الرياضي جيد التدريب.*

*إن معدل التهوية الرئوية القصوة التي يمكن للجهاز التنفسي توفيرها يزيد ب50% على التهوية الرئوية التي يحتاجها الرجل الحدث السوي في التمرين الذي يحتاج لطاقة عضلية قصوى وهذا ما يوفر عامل سلامة الرياضيين ويعطيهم تهوية إضافية يمكن أن تستدعى في حالات مثل التمارين في المرتفعات والتمارين في الجو الحار وشذوذات الجهاز التنفسي والنقطة التي يجب التركيز عليها هي أن الجهاز التنفسي ليس العامل الأهم في توصيل الأكسجين للعضلات أثناء الاستقلاب العضلي الهوائي الأقصى بل إن مقدرة القلب على ضخ الدم إلى العضلات هي العامل الأكثر تحديداً.*

*إن معدل استعمال الأكسجين في حالة الاستقلاب الهوائي القصوي يرمز له ب* *وإن التدريب الرياضي يؤثر تدريجياً على هذا المعدل بنسبة تصل إلى 10% لأشخاص بدأوا من مستوى عدم التمرين واتبعوا بعد ذلك تمريناً منظماً لـ 7 إلى 13 أسبوع. ولوحظ من الدراسة التي أجريت على تلك الفئة من الأشخاص أن أثر عدد مرات التردد إلى التدريب كان قليل جداً كما لوحظ من الدراسات أيضاً أن* *القصوي لراكضي المسافات الطويلة هو حوالي 45% أكثر من أي شخص غير متدرب ويتعين جزء من هذه الزيادة جينياً أي أن الأشخاص ذوي الحجوم الصدرية الكبيرة بالنسبة لحجم أجسامهم والعضلات التنفسية الأقوى مؤهلون أكثر لركض المسافات الطويلة ومع ذلك من المحتمل أيضاً أن يزيد التدريب الطويل نفسه لراكضي المسافات الطويلة الـ* *القصوي بمقادير تزيد كثيراً على 10% من تلك التي سجلت في التجارب القصيرة الأمد.*

**

*شكل(2-1-2)*

*إن سعة انتشار الأكسجين هي مقياس السرعة التي يمكن بها الأكسجين من الانتشار من الأسناخ إلى الدم ويعبر عن ذلك بدلالة مليميترات الأكسجين التي سوف تنتشر في كل دقيقة لكل مليميتر زئبقي فرق بين الضغط السنخي الجزئي للأكسجين وضغط أكسجين الدم الرئوي أي أنه إذا كان الضغط الجزئي للأكسجين في الأسناخ 91 ملم زئبقي بينما يكون ضغطه في الدم 90 ملم زئبقي فإن كمية الأكسجين التي تنتشر خلال الغشاء التنفسي في الدقيقة الواحدة تساوي سعة الانتشار وهذا جدول بمقادير مختلفة لسعة الانتشار ب الميليمتر/دقيقة:*

*غير الرياضي في حالة الراحة 23*

*غير الرياضي أثناء التمارين القصوية 48*

*المتزحلق السريع أثناء التمرين القصوي 64*

*السباح أثناء التمرين القصوي 71*

*المجدف أثناء التمرين القصوي 80[[7]](#footnote-7)*

*وأكثر الحقائق إثارة عن هذه النتائج هي الزيادة التي تقارب الثلاثة أضعاف في سعة الانتشار بين حالتي الراحة والتمرين القصوى وتنشأ هذه بصورة رئيسية من حقيقة أن الدم الذي يجري خلال العديد من الشعيرات الرئوية يكون بطيئاً جداً أو حتى خامداً في حالة الراحة بينما تسبب زيادة جريان الدم خلال الرئتين أثناء التمارين تروية كل الشعيرات الرئوية بأقصى مستوياتها مما يوفر مساحة سطحية أكبر للتبادل الغازي وانتشار الأكسجين، كما يتضح أيضاً من هذه المقادير بأن للرياضيين الذين يحتاجون كميات أكبر من الاكسجين بالدقيقة سعة انتشار أكبر.*

***غازات الدم أثناء التمرين:***

*يعتقد معظم الناس بأن الضغط الأوكسيجيني الشرياني ينخفض بعد القيام بالتمارين لأن العضلات تستهلك كمية كبيرة من الأكسجين وهذا ما يقودهم إلى الاعتقاد أيضاً بازدياد نسبة غاز ثنائي أكسيد الكربون في الدم الوريدي أعلى من المستوى الاعتيادي ولكن في الواقع فإن مقداري الاكسجين ثنائي أكسيد الكربون يبقيان متساويان تقريباً وهذا ما يظهر المقدرة الفائقة للجهاز التنفسي في تقديم التهوية الكافية للدم أثناء القيام بالتمارين الشاقة مما يبين نقطة مهمة أخرى ألا وهي أنه ليس من الضروري لغازات الدم أن تصبح شاذة لكي يتنبه الجهاز التنفسي أثناء التمارين وبدلاً من ذلك فإن التنفس يتنبه بصورة رئيسية بآليات عصبية المنشأ حيث يتولد جزء من هذا التنبيه من التنبه المباشر لمركز التنفس بنفس الإشارات العصبية التي تنتقل من الدماغ إلى العضلات لتوليد التمرين ويعتقد أن جزء من ذلك ينتج من الإشارات الحسية التي تنتقل إلى مركز التنفس من العضلات والمفاصل المتحركة وتكفي في العادة كل هذه التنبيهات العصبية للتنفس لتجهيز الزيادة المناسبة تماماً في التهوية الرئوية للحفاظ على غازات الدم التنفسي في مستوى سوي تقريباً.*

***تأثير التدخين على التهوية الرئوية في التمارين:***

*إن التدخين قادر على تقليل التهوية الرئوية للرياضي لعدة أسباب منها:*

1. *أحد تأثيرات النيكوتين تضييق القصبات الانتهائية في الرئتين مما يزيد المقاومة لجريان الهواء منها وإليها.*
2. *تسبب التأثيرات المهيجة للدخان زيادة في إفراز السوائل التي تفرز في شجرة القصبات مع بعض التورمات في البطانات الظهارية.*
3. *يشل النيكوتين الأهداب على سطوح الخلايا الظهارية التنفسية التي تخفق عادة باستمرار لإزالة السوائل الفائضة والذرات الغريبة من السبيل التنفسي وكنتيجة لذلك يتراكم الكثير من الحطام في الممرات التنفسية مما يضاعف صعوبة التنفس.*

*وبوضع كل العوامل السابقة سوية نجد انه حتى الدخان الخفيف يؤدي إلى الشعور بصعوبة التنفس أثناء التمارين القصوية ومن الواضح أن ذلك يؤدي إلى تراجع في مستوى الأداء.*

*والأكثر وخامة من ذلك هي تأثيرات التدخين المزمن وهناك قليل جداً من المدخنين المزمنين الذي لا تتولد لديهم بعض درجات النفاخ (مرض يسبب: التهاب القصبات المزمن – انسداد العديد من القصيبات الانتهائية – تخريب العديد من جدران الأسناخ).*

***حرارة الجسم أثناء التمارين***

*إن الطاقة الناتجة عن الاستقلاب الداخلي للمغذيات يتحول معظمها في النهاية إلى حرارة جسدية. وينطبق ذلك حتى على الطاقة اتي تسبب التقلص العضلي وذلك للأسباب التالية:*

*أولاً: عن الكفاءة القصوة لتحويل المغذيات إلى عمل عضلي حتى في أحسن الظروف هي 20-25% فقط وتتحول باقي طاقة المغذيات إلى حرارة أثناء جريان العمليات الكيميائية داخل الخلايا.*

*ثانياً: تتحول أيضاً تقريباً كل الطاقة التي تستعمل لتوليد العمل العضلي إلى حرارة لأن كل هذه الطاقة ما عدا جزء يسير منها تستعمل للتغلب على المقاومة اللزجة لحركة العضلات والمفاصل وللتغلب على احتكاك الدم الذي يجري خلال الأوعية الدموية والتأثيرات المشابهة الأخرى وهذه كلها تحول طاقة التقلص العضلي إلى حرارة.*

*بعد معرفتنا أن استهلاك الجسم للأكسجين يمكن أن يزداد لما يصل إلى20 ضعفاً في الرياضي جيد التدريب ولأن كمية الحرارة التي تحرر في الجسم تتناسب طرداً مع استهلاك الأكسجين فإننا نعرف كمية الحرارة الهائلة التي تحقن إلى الأنسجة الباطنية للجسم أثناء مسابقات رياضة التحمل. ومن ثم ومع زيادة سرعة الجريان الهائل للحرارة إلى الجسم، في يوم حار ورطب، بحيث لا تتمكن آلية التعرق من طرح الحرارة منه فقد تتولد فيه عند ذلك حالة غير محتملة وأحياناً مميتة تسمى ضربة الحرارة (الرَعَن) التي يمكن أن تتولد بسهولة عند الرياضة.*

 *ضربة الحرارة (الرَعَن): ترتفع غالباً حرارة الجسم أثناء رياضة التحمل، حتى في الظروف المحيطية الاعتيادية من مستواها السوي 98.6 درجة ف إلى102-103 درجة ف وفي ظروف الحرارة والرطوبة العاليتين أو الملابس الكثيفة يمكن ان ترتفع درجة حرارة الجسم بسهولة إلى 106-108 درجة ف. وعند هذا المستوى تكون درجة الحرارة المرتفعة نفسها مخربة لخلايا الأنسجة وخاصة خلايا الدماغ وعندما يحدث ذلك يبدأ ظهور العديد من الأعراض التي تشمل الضعف الشديد جداً والإنهاك و الصداع والدوار والغثيان والتعرق الغزير والمشية الترنحية وفقدان الوعي. ويسمى هذا المعقد الكامل من الأعراض ضربة الحرارة (الرَعَن). ويؤدي الفشل في المعالجة الفورية إلى الموت.*

*وتتضمن معالجة ضربة الحرارة (الرَعَن) تقليل درجة حرارة الجسم بأسرع ما يمكن وأحسن طريقة عملية لذلك هي خلع الملابس والاستمرار كل سطوح الجسم بالماء أو مسحها بواسطة الإسفنج ونفخ الهواء على الجسم بمروحة سريعة جداً وقد أظهرت التجارب بأن هذا العلاج يمكنه تخفيض درجة الحرارة بسرعة إلا ان الأطباء يفضلون طريقة غمر الجسم كله بماء يحتوي على كمية كبيرة من الثلج المجروش.*

***سوائل الجسم وأملاحه أثناء التمارين***

 *لقد سجل فقدان ما يصل إلى 5-10 باوندات من الوزن لدى الرياضيين خلال فترة ساعة من رياضة التحمل الشاقة تحت ظروف حارة ورطبة ويتكون أساساً كل هذا من فقدان العرق. ويمكن*

*أن يؤدي فقدان كمية كافية من العرق تقلل وزن الجسم 3% فقط إلى التقليل من كفاءة الشخص على تحقيق إنجازات كبيرة. وغالباً ما يكون النقص السريع في الوزن وخيماً جداً إذ يؤدي إلى ضعف عام وغثيان لذا يصبح من الضروري التعويض عن السوائل المفقودة.*

*تعويض الملح والبوتاسيوم يحتوي العرق على كميات كبيرة من الملح لذا ينصح بتناول حبوب الملح (كلوريد الصوديوم) عند قيامهم بالتمارين الرياضية في الأيام الحارة والرطبة، ولكن من دون الإفراط في تناول هذه الأقراص لأن فرط تناولها يؤدي إلى أضرار أكثر من فوائده وبدلاً من ذلك يستطيع الرياضي التكيف مع درجات الحرارة العالية من خلال التدريب في درجة حرارة معينة وزيادتها تدريجياً الأمر الذي يجعل غدده العرقية تقلل من إفراز الملح مع العرق وذلك بتأثير هرمون يفرزه قشر الكظر يدعى الألدوستيرون والذي يؤثر على الغدد العرقية فيزيد من إعادة امتصاص الملح من العرق قبل طرحه، ولكن هذه الطريقة في التغلب على فقدان الملح ولدت مشكلة أخرى وهي فقدان البوتاسيوم الناتج بشكل جزئي عن زيادة إفراز الألدوستيرون أثناء التأقلم مع الحرارة والذي يزيد من فقدان البوتاسيوم مع البول والعرق ونتيجة لذلك أوجدت سوائل تكميلية أخرى تعطى للرياضين كبديل عن التأقلم الحراري وأقراص الملح وهي سوائل غنية بالبوتاسيوم والصوديوم وعادة ما تكون بشكل عصير فواكه.*

***الرياضيون والأدوية***

*سنقدم في هذه الفقرة عدداً من المواد الكيميائية وتأثيرها على الرياضيين:*

*أولاً: يعتقد أن الكافئين يمكن أن يزيد الإنجاز الرياضي بطريقة ما ففي إحدى التجارب على راكضي المسافات الطويلة وُجِدَ أن زمن جريانه للمسافة نقص بمقدار 7% بالاستعمال المناسب للكافئين بكمية تعادل تلك الموجودة في كوب إلى ثلاثة أكواب من القهوة ومع ذلك فقد فشلت أي تجربة أخرى في إثبات فعالية الكافئين مما يجعل الموضوع موضع شك.*

*ثانياً: يمكن أن يؤدي استعمال الهرمونات الجنسية الذكرية (الأندروجينات) أو غيرها من الستروئيدات البنائية المخصصة لتنشيط القوة العضلية من دون شك إلى زيادة الأداء الرياضي تحت بعض الظروف وبصورة خاصة في النساء وحتى في الرجال الذين يملكون طبيعياً كميات قليلة من الإفراز السوي للتستوستيرون ولكن هذه الستروئيدات تزيد أيضاً بصورة كبيرة من مخاطر الإصابة بمرض قلبي وعائي إذ أن هذه المواد تؤدي إلى زيادة الضغط الشرياني وانخفاض في البروتينات الشحمية العالية الكثافة في الدم وهذا يحفز النوبات القلبية والسكتات.*

***اللياقة الجسدية تطيل العمر***

*لقد أظهرت عدة دراسات الآن بأن الأشخاص الذين يحافظون على لياقة جسدية مناسبة باستعمال أنظمة حكيمة في التمارين وفي التحكم بالوزن يكون لديهم حظاً إضافياً في إطالة العمر وخصوصاً بين سني 50-70 عاماً وأظهرت هذه الدراسات ان نسبة الوفيات هي أقل بثلاث مرات في معظم هؤلاء الأشخاص عما هي عليه في الأشخاص الأقل لياقة، ولكن لماذا تطيل اللياقة العمر؟*

*الجواب يكمن في سببين رئيسين هما:*

*أولاً: تقلل لياقة الجسم والتحكم في الوزن من المرض القلبي الوعائي. وينتج عن هذا المحافظة على ضغط دموي منخفض بصورة معتدلة وتقليل الكوليسترول والبروتينات الشحمية عالية الكثافة في الدم وهذا ما يقلل من خطر الإصابة بالسكتات القلبية وسكتات الدماغ.*

*ثانياً: يملك الشخص الذي يتمتع بلياقة رياضية عالية مدّخرات جسدية أكثر يستنجد بها عندما يصبح مريضاً.*

***الباب الثالث: السرعة والقوة العضلية***

***كيف تزيد من سرعتك***

*في الرياضة السرعة هي الملك. حتى لو كانت قامتك أقصر من قامة ميسي إلا أن التدريب المتواصل سوف يجعلك تتحول من متمرن وقصير القامة إلى ناجح وفائز في المباريات وسنورد فيما يلي أربع خطوات لزيادة السرعة:*

1. *تقنية الجري الصحيحة (Nail good form ):*

*إن مفتاح الجري بسرعة هو التمرن على الطريقة الصحيحة والتقنية المناسبة للجري، وهذا يعني إبقاء الجزء العلوي من الجسد منخفضاً للتقليل من مقاومة الهواء وضرب الأرض بمنتصف باطن القدم وأرجحة اليدين بزاوية قائمة إلى الأمام والخلف بالتناوب والتعاكس مع القدمين.*

1. *عدّ خطواتك (Count your steps):*

*من أهم المقاييس في معرفة سرعتك هي عدد خطواتك في الدقيقة لذلك فإن العمل على زيادة عدد الخطوات في الدقيقة سوف يجعلك تقترب من زيادة سرعتك بشكل أكبر ويتم ذلك من خلال التمرن على مشي خطوات قصيرة وإبقاء القدمين قريبتين من الأرض فتزداد سرعة نقل القدم مما يزيد عدد الخطوات.*

1. *التنفس الجيد (Breath in، breath out):*

*إن أهم العوامل المؤثرة على السرعة هي الطاقة الناتجة من اكسدة المواد الغذائية مما يجعل الحصول على كمية كافية من الاكسجين أثناء الجري من مسببات زيادة السرعة لذلك ينصح باستخدام الانف والفم للتنفس أثناء الجري وذلك لتأمين أكبر كمية من الاكسجين للعضلات لكي تعمل في أكفأ حالاتها.*

1. *الجري والمنحدرات (Up and down):*

*ويتم هذا التمرين على منحدر بحيث يقوم المتمرن بالجري من أسفل المنحدر إلى أعلاه لزيادة التسارع ومن الأعلى إلى الأسفل لزيادة السرعة القصوى، حيث أن الجري إلى الأعلى يشكل زيادة في المقاومة على جسمك مما يدفعه مع التمرين المتواصل إلى زيادة العمل العضلي وأكسدة المواد الغذائية لرفع الجهد المبذول والوصول إلى تسارع أعلى في حين أن الجري نحو الأسفل يزيد من الدفع مع الجسم مما يدفعه في حالات الجري المستقيم إلى زيادة السرعة التي اكتسبها من الدفع الذي طبق عليه أثناء الجري إلى أسفل.*

1. *نقل الطاقة من الجسم القدمين إلى الأرض (Transporting energy from the legs to the ground):*

*إن زيادة السرعة تتعمد أيضاً على تقنية نقل الطاقة من القدم على الأرض والتي تختلف من شخص إلى آخر. والطريقة الأفضل لزيادة القدرة على نقل الطاقة من الأقدام إلى الأرض هي بزيادة الكتلة العضلية الموجودة في القدمين والتي تؤدي إلى زيادة قدرة عضلات القدمين على إنتاج الطاقة فتزداد الطاقة المنتقلة إلى الأرض مما يزيد من سرعة المتسابق.*

1. *المثابرة على التمرين (Keep on training):*

*إن الجري والقفز ليس الشيء المفضل لتمضية أوقات الفراغ إلا أنه أثبتت دراسة نشرت في صحيفة (STRENGTH AND CONDITIONING RESEARCH) أن المواظبة على الحري والقفز وأدائها كتمارين منتظمة يمكنه زيادة سرعتك إلى 5% من سرعتك الأصلية.*

***كيف تزيد من قدرتك العضلية***

1. **النوم**:
لا يتطلّب صقل العضلات دوماً بذل جهود حادّة وتعرّقاً وممارسة حركات مؤلمة، بل يحافظ الرجل الذكي على عضلاته في فراشه أيضاً. وفقاً للخبراء، تستعيد العضلات قوّتها خلال وقت أسرع من العادة أثناء مراحل النوم العميق التي تجدّد النشاط. إذا كنت تقوم بتمارين رفع الأثقال كاملةً، أضِف ساعة من النوم على المدّة التي اعتدت عليها.
2. **تخفيف وزن الأثقال:**
تساهم تحمية الجسم بتمارين تمطّط كثيرة خلال وقت قصير في تنشيط العضلات، ما يعني تعزيز قدرة الجسم على رفع أوزان ثقيلة بسرعة أكبر، ما يعطي الجسم مكاسب أكثر خلال وقت أقصر. جرّب رفع 30% من الأثقال التي يمكنك حملها في العادة، طوال 10 دقائق، تزامناً مع حركات سريعة من القرفصاء ورفع الأثقال والاندفاع.
3. **الراحة**:
يستفيد الجسم من منافع إضافية في حال تخصيص يوم كامل من الراحة بعد جلسة قاسية من التمارين. بعد ممارسة الرياضة، يدخل الجسم في مرحلة نموّ العضلات طوال 48 ساعة. إذا قاطعتَ هذه العملية عبر ممارسة جلسة رياضية أخرى، لن تستفيد من الجهود التي بذلتها.
4. **الغذاء المناسب**:
بإمكانك أن تبدأ عملية نموّ العضلات بوجبة الطعام التي تستهلكها. وفقاً للخبراء، تزيد عملية إنتاج الهرمون الأساسي المسؤول عن نموّ العضلات بنسبة 20% حين تتناول 200 غرام من الكربوهيدرات والبروتينات قبل ساعتين من ممارسة التمارين الرياضية*.*
5. **التنفّس الصحيح**:
قبل رفع الأثقال، اختر جملة معينة أو صوتاً داخلياً محدداً لمساعدتك على التنفّس بشكل صحيح قبل بدء التمارين. تساهم هذه الشعائر في دخول حالة تشبه التنويم المغنطيسي، ما يزيد قدرة تحمّل الجسم بنسبة 20%.
6. **المأكولات الغنية بالدهون**:
تؤدي الحميات الغذائية التي تقلّ فيها الدهون إلى تراجع إنتاج هرمون التستوستيرون، ما يحدّ من نموّ العضلات. لكن لا يعني ذلك بالضرورة المبالغة في تناول المأكولات الدسمة، بل يكفي تناول الدهون باعتدال.
7. **الماء**:
اشرب أكثر من ليتري ماء يومياً لزيادة نموّ العضلات بنسبة 10%. تولّد البروتينات مخلّفات يُفترض أن تذوب في الماء، ما يعني أن العضلات لا تستعيد نشاطها بالسرعة عينها في حال استهلاك كمية غير كافية من الماء.
8. **شرب الحليب:**
ننصحك بشرب 500 ملل حليب يومياً. لاحظت الأبحاث زيادة نموّ العضلات بنسبة 10% لدى ممارسي رفع الأثقال الذين يشربون الحليب مقارنةً بالأشخاص الذين يستهلكون مشروبات الطاقة. كذلك، يساهم الحليب في فقدان نسبة إضافية من الدهون تصل إلى 20%.
9. تناول السكاكر الخفيفة بين تمرين وآخر للحفاظ على مستوى السكر في الدم وبالتالي الحفاظ على الطاقة العضلية.*[[8]](#footnote-8)*

***الخاتمة***

*بعد ما تناولناه في هذا البحث نصل إلى نتيجة أن أساس زيادة القدرة واللياقة والسرعة الجسدية يعود إلى التمرن المستمر بالإضافة إلى دراسة العوامل الداخلية المؤثرة على أجهزة الجسم أثناء القيام بممارسة الرياضة مما يجعل من السهل الوصول إلى الطاقة القصوى لعضلات الجسد واستخدامها في السباقات القصيرة والطويلة المدى وهذا كله يؤدي إلى تحسين القدرة الرياضية للرياضيين، كما يمكننا القول أن دراسة فيزيولوجية الجسم وآلية عمل أجهزته أثناء التمرين أوصلنا إلى إيجاد أفضل نظام غذائي وتدريبي للوصول إلى أفضل النتائج الرياضية.*

**المراجع**

1. Chapman, M.W, and Madison, M: Operative orthopedics, Philadelphia, J.B. Lippincott, 1993.
2. Australian sports medicine foundation: the textbox of sports Nutrition Hightstown, NJ, McGraw-Hill, 1994.
3. Grana W, A, and Kalenak, A: clinical sport medicine. Philadelphia, W.B. Saunders Com 1991.
4. *Wilmore, J. and costill D. physiology of sport and exercise (2007) (4th ED).*
5. [*http://ejcts.oxfordjournals.org/content/80/2/13.full*](http://ejcts.oxfordjournals.org/content/80/2/13.full)
6. *فيسيولوجيا التدريب، الرياضي، الجامعة الأردنية، كلية التربية الرياضية.*

*فهرس الأشكال*

|  |  |
| --- | --- |
| *الشكل* | *الصفحة* |
| *الشكل (1-2-1)* | *5* |
| *الشكل(1-3-1)* | *8* |
| *الشكل(1-3-2)* | *9* |
| *الشكل(1-4-1)* | *9* |
| *الشكل(2-1-1)* | *11* |
| *الشكل(2-1-2)* | *12* |

***الفهرس***

|  |  |
| --- | --- |
| ***الموضوع*** | ***الصفحة*** |
| *إشكالية البحث* | *2* |
| *المقدمة* | *2* |
| *الباب الأول* | *عوامل القوة العضلية* | *2* |
| *النظم الاستقلابية العضلية* | *4* |
| *شفاء أنظمة الاستقلاب العضلي* | *8* |
| *المغذيات التي تستعمل أثناء النشاط العضلي* | *10* |
| *تأثير التدريب الرياضي على العضلات وعلى الأداء العضلي* | *11* |
| *الباب الثاني* | *التنفس أثناء التمارين* | *12* |
| *غازات الدم أثناء التمارين* | *14* |
| *تأثير التدخين على التهوية الرئوية في التمارين* | *15* |
| *حرارة الحسم أثناء التمارين* | *16* |
| *سوائل الجسم وأملاحه أثناء التمارين* | *17* |
| *الرياضيون والأدوية* | *18* |
| *اللياقة الجسدية تطيل العمر* | *18* |
| *الباب الثالث* | *كيف تزيد من سرعتك* | *19* |
| *كيف تزيد قوتك العضلية* | *20* |
| *الخاتمة* | *22* |
| *المراجع* | *22* |
| *فهرس الأشكال* | *19* |
| *الفهرس* | *19* |

1. Chapman, M.W, and Madison, M: Operative orthopedics, Philadelphia, J.B. Lippincott, 1993. [↑](#footnote-ref-1)
2. Chapman, M.W, and Madison, M: Operative orthopedics, Philadelphia, J.B. Lippincott, 1993. [↑](#footnote-ref-2)
3. Australian sports medicine foundation: the textbox of sports Nutrition Hightstown, NJ, McGraw-Hill, 1994. [↑](#footnote-ref-3)
4. Australian sports medicine foundation: the textbox of sports Nutrition Hightstown, NJ, McGraw-Hill, 1994. [↑](#footnote-ref-4)
5. 1. [*http://ejcts.oxfordjournals.org/content/80/2/13.full*](http://ejcts.oxfordjournals.org/content/80/2/13.full) [↑](#footnote-ref-5)
6. *Wilmore, J. and costill D. physiology of sport and exercise (2007) (4th ED).* [↑](#footnote-ref-6)
7. Grana W, A, and Kalenak, A: clinical sport medicine. Philadelphia, W.B. Saunders Com 1991. [↑](#footnote-ref-7)
8. *فيسيولوجيا التدريب، الرياضي، الجامعة الأردنية، كلية التربية الرياضية، السنة الثانية، 1998.* [↑](#footnote-ref-8)