كلية التربية الرياضية للبنين
قسم : علوم الصحة الرياضية
امتحان مادة:بيولوجيا الرياضة
الفرقة : الثانية (قديم)
الزمن : ساعتان

الفصل الدراسي الثانى
العام الجامعى :٢٠١٢ / ٢٠١٣
تاريخ الامتحان :٢٠١٣/٥/٢٦
الدرجة (٨٠)

السؤال الاول :

يعتبر علم البيولوجى من أقدم العلوم التي عرفها الإنسان، وبحث فيها حيث أنه العلم الذي كان وما زال له صلة وثيقة بحياة الإنسان، وما حوله من كائنات حيوية ونباتية أو دقيقة.

فى ضوء هذة العبارة أذكر الاتى :

١. تعريف علم البيولوجى
٢. اهمية دراسة علم البيولوجى فى مجال التربية البدنية
٣. الاستخدامات الخاطئة لعلم البيولوجى فى مجال التربية البدنية

السؤال الثانى :

تعتبر الكربوهيدرات من أسهل المواد الغذائية فى تمثيلها الغذائي بالنسبة للإنسان كما تعتبر مصدرا رئيسيا لإنتاج الطاقة فى الجسم خلال التدريب الرياضي وإنخفاضها فى الدم يؤدى إلى إنخفاض الكفاءة البدنية للفرد .

أ – فى ضوء هذة العبارة أذكر الاتى :

١. الاحتياج اليومي للفرد من الكربوهيدرات
٢. مصادر الحصول على الكربوهيدرات
٣. وظائف الكربوهيدرات
٤. تقسيم الكربوهيدرات ، مع ذكر مثال لكل نوع
٥. أشرح تأثير تناول الكربوهيدرات على ممارسة النشاط الرياضى ؟

السؤال التالث :

تعتبر الطاقة في جسم الإنسان هي مصدر الحركة والانقباض العضلي والأداء الرياضي بشتى أنواعه ولا يمكن أن يحدث الانقباض العضلي المسئول عن الحركة أو عن تثبيت أوضاع الجسم بدون إنتاج طاقة .

أ – فى ضوء هذة العبارة أشرح بالتفصيل نظم أنتاج الطاقة ؟

مع أطيب التمنيات بالتوفيق والنجاح

نموزج الاجابة

السؤال الاول :

١. كلمة بيولوجي Biology إلى اللغة اللاتينية، فهي مشتقة من أصل لاتيني وتتكون من مقطعين هما Bio وتعنى الحياة، و Logia وتعنى علم أو دراسة . أي أن البيولوجي هي علم الحياة أو علم الأحياء الذي يدرس أسباب الحياة وأحوالها.

٢. **اهمية دراسة علم البيولوجى فى مجال التربية البدنية**

١- حتى نعرف المزيد عن أنفسنا وعن العالم الذي نعيش فيه، ففي كثير من النواحي لا يختلف الإنسان عن بقية الحيوانات إلا قليلا، وفى قليل من النواحي يختلف عن الحيوان، مما يجعلنا نحتل موقعا فريدا في هذا العالم وعلى الرغم من أنه لا يمكن القطع بأن لنا ميزات خاصة لا تتوفر بأي قدر للحيوانات الأخرى، إلا أننا نتمتع بقدر أكبر من هذه المزايا.

٢- حب الاستطلاع حيث يمكن تعريف البشر بأنه الإنسان الذي يتعلم، فالرغبة في المعرفة هي العلامة المميزة للوجود البشرى، وعلى ذلك فإننا ندرس علوم الحياة لنفس الأسباب إلى من أجلها ندرس الفيزياء والرياضيات والتاريخ لاكتساب المزيد حول مظاهر حياتنا وعالمنا.

٣- معرفة الأضرار والأخطار التي تحيط بالإنسان الناتجة عن زيادة اعتماده على التكنولوجيا، فاستخدام الإنسان للمبيدات في الزراعة يمكننا من القضاء على الحشرات الضارة ولكن لا نعلم مدى تأثير هذه المبيدات على صحة الفرد.

دراسة علم الأحياء يمكننا على التعرف على أنواع الفيروسات والميكروبات التي قد تسبب المرض للإنسان وكيفية الوقاية من هذه الكائنات الضارة،

٣/ الاستخدامات الخاطئة لعلم البيولوجى فى مجال التربية البدنية

لعل من الضروري لنا أن نتعرف على أضرار استخدام علم الأحياء في بعض المجالات وبالرغم أن العلوم درسها الإنسان منذ قديم الزمن لتعمير الأرض وزيادة رفاهيته، إلا أن البعض استخدم هذا العلم استخداما خاطئا أدى إلى استخدام هذا العلم كوسيلة لإبادة مجتمعات كاملة، وهذا ما يعرف بالسلاح البيولوجي.

أما بالنسبة للنشاط الرياضي فإن الاستخدام الخاطئ متمثل في الهندسة الوراثية، حيث يحاول العلماء الغرب تكوين الرياضي المتكامل بوضع صفات معينة فيه باستخدام الجينات الوراثية ضاربين عرض الحائط بتعليمات الأديان السماوية.

السؤال الثانى

١/ الاحتياج اليومي للفرد من الكربوهيدرات

تختلف الآراء حول تحديد الاحتياجات اليومية من الكربوهيدرات في الغذاء لارتباط ذلك بالعديد من المتغيرات التي أوضحناها من قبل إلا أن هناك اتجاه بأن يكون مقدار الكربوهيدرات ٢٠٠–٣٥٠ جراما في الوجبات الغذائية اليومية.

وهناك اتجاه آخر بتحديد ٤– ٦ جرام يوميا من الكربوهيدرات لكل كيلو جرام من وزن الجسم، إذ أن الشخص الذي يزن ٧٠ كيلو جراما يحتاج يوميا مقدارا من الكربوهيدرات يتراوح ما بين ٢٨٠:٤٢٠ جرام.

وقد يحتاج الأطفال والصغار ممن هم في طور النمو إلى كميات أو مقادير أكثر من الكربوهيدرات وقد يتراوح ما بين ٦:١٠جرام يوميا لكل كيلو جرام من وزن جسمهم وذلك وفقا للعديد من المتغيرات التي تحيط بهم.

٢/مصادر الحصول على الكربوهيدرات

هناك مصدرين رئيسيين يحصل منهما الإنسان على المواد الكربوهيدراتية ويمكن توضيحهم في الجدول التالي:

كربوهيدراتية حيوانية	كربوهيدراتية نباتية
يعتبر اللاكتوز والموجود في اللبن ومنتجاته السكر الحيواني الوحيد	الحبوب والخضراوات والفواكه وعصائرها والحلوى والمربات والجيلاتى(جلوكوز،سكروز) والخبز والأرز والمكرونة (الغني بالمواد النشوية)

٣/ وظائف الكربوهيدرات

١- تعتبر الوظيفة الأساسية للكربوهيدرات هي إمداد خلايا الجسم المختلفة بالطاقة.

٢- يعتبر الجلوكوز العامل الرئيسي لنشاط الجهاز العصبي.

٣- تقوم الخلية باستهلاك ما تحتاجه من الجلوكوز ثم تخزن الزائد عن حاجتها على شكل جليكوجين.

٤- يتحول الجلوكوز الزائد عن قدرة الخلايا على تخزينه إلى دهون وتخزن في الأنسجة الدهنية.
٥- خلق حيوية الجسم وقيام أعضائه الداخلية بكافة وظائفها.
٦- الاحتفاظ بحرارة الجسم في درجة حرارة ثابتة.
٧- تركيب الجزئيات الكبيرة، سواء كانت بروتينية أو دهنية من مكونات بروتوبلازم الخلايا.
٨- العمليات الحيوية التي تحدث بالجسم والتي منها عمليات النمو والحمل والإرضاع والتئام الجروح وما إلى ذلك من عمليات حيوية.

يستطيع الجسم البشرى تخزين الفائض من المواد الكربوهيدراتية الزائدة عن حاجة الجسم على هيئة نشا حيواني في الكبد والعضلات للاستفادة من هذا المخزون عند الحاجة إلى طاقة زائدة في المجهود العضلي أو عند تعادل كميات سكرية تتناسب مع المجهود العضلي المطلوب، ولذا يسمى هذا بالمخزون الحيواني (نشا حيواني Glycogen).

٤/ تقسيم الكربوهيدرات ، مع ذكر مثال لكل نوع

تنقسم الكربوهيدرات طبقا لتقسيمها الكيميائي إلى ما يلي:

١- مواد أحادية السكريات Monosaccharides

تعتبر السكريات الأحادية أبسط صور الكربوهيدرات، حيث يسهل امتصاصها بعد هضمها كمصدر أساسي للطاقة لسهولة أكسدتها في الأنسجة وتتعدد السكريات الأحادية والتي يأتى في مقدمتها الجلوكوز Glucose، والفركتوز Fructose والجلاكتو Galctose.

١- جلوكوز Glucose

يتواجد الجلوكوز (سكر العنب) في الفواكه والدم والأنسجة الحية ومركب السكروز (سكر القصب) ومركب المالتوز (سكر الشعير) ومركب اللاكتوز (سكر اللبن) ومركبات عديدة التسكر في هيئة نشا نباتي وفى هيئة نشا حيواني وسليولوز ودكسترين وترجع أهمية الجلوكوز لاستخدامه كمصدر لتوليد الطاقة في جميع خلايا الجسم بصفة عامة ولأنسجة المخ بصفة خاصة نتيجة لتأكسده

ويتحول الجلوكوز الزائد عن حاجة الجسم إلى دهون تخزن في الجسم وإلى جليكوجين يخزن في الكبد والعضلات وإلى لاكتوز بواسطة الغدة الدرقية.

٢- فركتوز Fructose

يتواجد الفركتوز في الفواكه وعسل النحل، وفى حالة انفراد في السائل المنوي، ومركب السكروز الذي يتكون من الجلوكوز والفركتوز.

وترجع أهمية الفركتوز في إمكانية الجسم أن يحوله إلى الجلوكوز لإنتاج الطاقة ويعتبر سكر الفركتوز الموجود في عسل النحل أفضل السكريات التي تعطى طاقة حرارية ولا خوف

منها على البنكرياس ولكن يجب عدم التمادي في تناوله بكميات كبيرة حيث أن سكر الفركتوز يستطيع الجسم أن يحوله إلى سكر جلوكوز وعند زيادته عن حاجة الجسم يتحول إلى جليكوجين يخزن في الكبد والعضلات وما يزيد عن ذلك يتحول إلى دهون تترسب تحت الجلد وحول الأعضاء الداخلية في تجويف البطن وفى القفص الصدري وينتج عن هذا زيادة وزن الجسم ويصاب الفرد بمرض السمنة التي ترهق المفاصل وتحد من حيوية الإنسان ونشاطه في الحياة وهى أيضا من ضمن الأسباب التي تؤدى إلى مرض السكر (داء السكري).

٣- جالاكتوز Galactose

يتواجد الجالاكتوز في حالة منفردة مع الجلوكوز ليكون سكر اللبن وفى صورة متحدة مع السكريات الأخرى في النبات والحيوان كما يتواجد في مركبات المواد الدهنية وترجع أهمية سكر الجالاكتوز في قدرة الجسم على تحويله إلى سكر جلوكوز لإنتاج الطاقة.

ب- مواد ثنائية السكريات Disaccharides

يتكون ثنائي السكريات من جزئين من السكريات البسيطة إلى تتخلل في القناة الهضمية للإنسان إلى جزئين من المواد أحادية التسكر وتنقسم السكريات الثنائية إلى:

١- السكريات المختزلة Reducing

تحتوى السكريات المختزلة على مالتوز ولاكتوز

- مالتوز (سكر الشعير) Maltose

ينتج مالتوز من تحليل النشا Starch بواسطة أنزيم الأميليز Amylase إلى مكوناته من السكريات الأحادية إلى جلوكوز وجلاكتوز .

- لاكتوز (سكر اللبن) Lactose

ينتج لاكتوز من اللبن، ويتكون بواسطة الغدد اللبنية ويتحلل مائيا بواسطة أنزيم لاكتوز Lactose Enzyme إلى مكوناته من السكريات الأحادية إلى جلوكوز وجلاكتوز.

٢- السكريات غير مختزلة Nonreducing

تحتوى السكريات غير المختزلة على سكروز.

- سكروز (سكر القصب) Sucrose

يوجد السكروز في عصارات النباتات والتي منها البنجر وقصب السكر والفاكهة الناضجة التي تعتبر من المصادر الغنية بهذا السكر.

ج- مواد ثلاثية السكريات

يتكون ثلاثي السكريات من ثلاثة جزئيات من السكريات البسيطة والتي منها الرافينور (سكر العسل الأسود) وهو عبارة عن جزئ من الجلوكوز وجزيء من الجالاكتوز وجزيء ثالث من الفركتوز.

د- مواد متعددة السكريات Polysaccharides

تتكون المواد متعددة السكريات من عدة جزئيات معقدة يتكون الواحد منها مع عدد كبير من المواد أحادية السكريات، ويتحلل بالهضم إلى تلك السكريات الأحادية، وتصنف المواد متعددة السكريات إلى:

- نقية ومتجانسة Homopolysaccharieds

تتكون المواد متعددة السكريات النقية والمتجانسة من نوع واحد من السكريات الأحادية والتي منها النشا starch والجليكوجين Glycogen والسليولوز cellulose.

- مختلطة غير متجانسة Heter opolysecchariesd

تتكون المواد متعددة السكريات المختلطة غير المتجانسة من جزئيات متنوعة من السكريات وقد تحتوى على بعض الأحماض التي منها حامض الكبريتيك أو حامض الجلوكرونيك ومن المواد متعددة السكريات المختلطة غير المتجانسة الصموغ والهلاميات النباتية والسكريات العديدة المخاطية وفيما يلي أمثلة لبعض المواد المتعددة السكريات التي تتحلل بالهضم إلى تلك السكريات الأحادية.

١- النشا starch

النشا من المكونات الأساسية للخلايا النباتية، يوجد بكثرة كمخزون للكربوهيدرات في الدرنات والحبوب والبذور والفواكه ويتكون النشا في النباتات الخضراء نتيجة لعمليات التمثيل الغذائي.

<u>أشرح تأثير تناول الكربوهيدرات على ممارسة النشاط الرياضى ؟</u>

لا يفضل تناول الكربوهيدرات قبل الاشتراك في المنافسات التي يقل زمنها عن ٤٠ دقيقة.

يمكن أن تفيد الكربوهيدرات لاعبي مسابقات التحمل إذا ما تم استخدامها قبل النشاط البدني مباشرة.

الاستخدام المبكر للكربوهيدرات قبل النشاط البدني بحوالي من ٣٠-١٢٠ دقيقة قد لا يفيد وقد يكون له تأثير ضار عند أداء أنشطة التحمل.

إذا كان الهدف من تناول الكربوهيدرات هو محاولة إعادة تخزين الجليكوجين فيجب تناولها قبل أداء النشاط البدني بأكثر من ساعتين ونصف للتأكد من الوقت الكافي للهضم وبناء الجليكوجين وعودة مستوى الأنسولين في الدم إلى مستواه العادي.

في حالة الجو الحار يحتاج الجسم إلى الماء أكثر من الكربوهيدرات لذا يفضل إعطاء الكربوهيدرات في شكل محلول نسبة تركيزه ٥% أي حوالي٥ جرام سكر لكل ١٠٠ ملليلتر ماء بينما يمكن زيادة تركيز المحلول بالسكر في حالة الجو البارد حتى يصل إلى٢٠%.

السؤال التالث :

أولا : النظام الفوسفاتي أو نظام فوسفات الكرياتين ATP – PC

يعتبر فوسفات الكرياتين مركب كيميائي غنى بالطاقة وهو يوجد بالخلايا العضلية مثل ATP وعند انشطارPC تخرج كمية من الطاقة لتعيد بناء ATP ومن المعروف أن الطاقة الناتجة من PC محدودة للغاية ويكفى جرى ١٠٠ متر بأقصى سرعة لإنهاء مخزونها ولا يعاد تكوينها إلا بوفرة من الأكسجين عند الراحة.

وتشير الأبحاث أنه في بداية العمل العضلي تعتمد العضلات في حصولها على الطاقة لإنجاز العمل العضلي على مزيج من المركبات ذات الطاقة العالية المتماثلة ATP–PC.

وقيمة هذا النظام تكمن في سرعة إنتاج الطاقة أكثر من وفرتها وهناك أنشطة تحتاج إلى سرعة الأداء الذي يتم خلال عدة ثوان مثل العدو والوثب والسباحة لمسافات قصيرة وهذه الأنشطة تعتمد على هذا النظام في إنتاج الطاقة كما تتميز بسرعة إنتاج الطاقة دون الاعتماد على الأكسجين لذا يطلق عليه اسم النظام اللاهوائى .

أدينوزين ثلاثي الفوسفات ـــــ أدينوزين ثنائي الفوسفات + فوسفات + طاقة

ATP ADP – PI + E

فوسفات الكرياتين ـــــ كرياتين + فوسفات + طاقة

PC C + PI + E

مميزاته

- لا يعتمد على سلسلة طويلة من التفاعلات الكيميائية.
- لا يعتمد على انتظار تحويل أكسجين التنفس إلى العضلات.
- تخزن العضلات كل من ATP,PC بطريقة مباشرة.

ثانيا: نظام حامض اللاكتيك

The lactic acid system

ويسمى هذا النظام أيضا الجلكزة اللاهوائية Glycolysis anaerobic نسبة إلى انشطار السكر في غياب الأكسجين ويعتبر حامض اللاكتيك الصورة النهائية لانشطار السكر وحينما يتجمع حامض اللاكتيك في العضلة وفى الدم ويصل إلى مستوى عال ينتج عن ذلك تعب وقتي ويعتبر ذلك عائقا محدودا والسبب الأول للتعب المبكر.

وهناك إعاقة أخرى لنظام حامض اللاكتيك ترجع إلى قلة جزيئات ATP التي يمكن استعادة بنائها من انشطار السكر وإذا ما قورنت هذه الجزيئات بالكميات التي تنتج في وجود الأكسجين نجد أن كمية جزيئات ATP التي تنتج لا هوائيا من انشطار ١٨٠ جرام جليكوجين تبلغ حوالي٣ جزيئات بينما ينتج الانشطار الهوائي لنفس الكمية من الجليكوجين١٨٠ جرام طاقة تكفى لإعادة بناء ٣٩ جزئ ATP.

ويعتبر نظام حامض اللاكتيك عنصرا هاما لتوفير الطاقة اللازمة لاستعادة ATP للأنشطة التي تؤدى بأقصى سرعة والتي تستغرق فترة زمنية تتراوح ما بين دقيقة وثلاث دقائق مثل الجري ٤٠٠ متر أو ٨٠٠ متر والجرى ١٥٠٠ متر أو ميلا.

مميزاته

– يحدث التعب العضلي نتيجة تراكم حمض اللاكتيك،

لا يحتاج إلى الأكسجين.

– يعتمد على الجليكوجين والجلوكوز كمصدر للطاقة.

– يحتاج كمية كبيرة من الطاقة لاستعادة كمية قليلة من ATP.

ثالثا: نظام الأكسجين أو النظام الهوائي

يتميز هذا النظام بإنتاج الطاقة عن طريق أكسدة المواد الكربوهيدرات والدهون عن طريق أكسجين الهواء الجوى ويصل معدل الاستهلاك إلى مستواه الأقصى خلال بضع دقائق ونظرا لوجود الأكسجين في الهواء الجوى وما يحتفظ به الجسم من الكربوهيدرات مخزونة في شكل جليكوجين فإن هذا النظام يستمر لفترات طويلة وبمقارنة هذا النظام بالنظامين اللاهوائى نجد أن سرعة إنتاج الطاقة في هذا النظام تعتبر بطيئة لذلك يستخدم في الأنشطة التي تتطلب الأداء لفترة طويلة مثل سباقات الجري ٥٠٠٠ متر و ١٠.٠٠٠ متر والماراثون والسباحة لمسافات ٨٠٠ و١٥٠٠ متر ويعتمد التدريب الرياضي الحديث على تركيز أهدافه لتنمية نظم إنتاج الطاقة وذلك من خلال تطوير وتحسين جميع العوامل المرتبطة بإنتاج الطاقة اللاهوائية.

العوامل المرتبطة بالإمكانيات اللاهوائية

القدرة اللاهوائية القصوى :

يرتبط مستوى القدرة اللاهوائية القصوى بكمية المركبات الفوسفاتية ATP–PC بالعضلات وكذلك سرعة استهلاكها وتزداد هذه المؤشرات تحت تأثير التدريب ويظهر ذلك بوضوح لدى متسابقى العدو والرمى والوثب.

وتظهر القدرة اللاهوائية القصوى خلال فترة ٠.٥ إلى ٠.٧ ثانية بعد بداية العمل العضلي ويمكن الاحتفاظ بها لفترة ٧–١٥ ثانية لدى الأشخاص غير المدربين بينما يمكن أن يحتفظ بهذا المستوى من الأداء لدى الرياضيين ذوى المستويات العالية لفترة تصل إلى٢٥–٣٠ ثانية.

كما تصل لدى الرياضيين العاديين إلى فترة١٠–١٥ ثانية ولدى الرياضيين دون المستويات العالية ما بين٢٠–٢٥ ثانية إلى٤٠–٥٠ ثانية أحيانا.

وترتبط نتيجة مسابقات العدو بقدرة الرياضي على تعبئة عمليات إنتاج الطاقة اللاهوائية القصوى وهذا هو الفرق بين الرياضي المدرب جيدا والرياضي غير المدرب ويجب الأخذ في الاعتبار أن مخزون ATP في العضلة لا ينفذ كلية ولكن مركب PC قد يستهلك كلية.

وتحت تأثير التدريب تزداد سعة القدرة اللاهوائية القصوى ويستطيع الرياضي أن يؤدى العمل العضلي الأقصى لفترات زمنية أطول في إطار الأزمنة المحددة لهذا النظام ويمكن أن يؤدى التدريب إلى زيادة القدرة اللاهوائية القصوى عن طريق زيادة المصدر الأساسي للطاقة عند أداء القوة المميزة بالسرعة بشكل مضاعف يصل إلى١.٥–٢ مرة ضعف الحد الأقصى للطاقة اللاهوائية الفوسفاتية أي حوالي ٤٢٠ جول/كجم/ق أو حوالي ما يعادل استهلاك١.٥–٢ لتر أكسجين في الدقيقة.

٢– القدرة اللاهوائية لنظام حامض اللاكتيك

تصل الطاقة اللاهوائية القصوى بنظام حامض اللاكتيك لدى غير المدربين بما لا يزيد عن٨٤٠ جول/كجم/ق أو ما يعادل تركيز حوالي١٣ مللي مول من حامض اللاكتيك لكل لتر من الدم بينما تبلغ لدى الرياضيين ذوى المستويات العالية حوالي٢٥–٣٠ مللي مول من حامض اللاكتيك لكل لتر من الدم وتصل سعتها القصوى إلى١٧٦٠–٢٠٩٠ جول/كجم/ق.

ويجب ملاحظة أن التغييرات الفسيولوجية المرتبطة بالتكيف للعمل اللاهوائى بنظام حامض اللاكتيك تظهر في زيادة قدرة الألياف العضلية السريعة على عمليات تكسير الجليكوجين لإنتاج الطاقة في عدم وجود الأكسجين " الجلكزة اللاهوائية " ومع استمرار التدريب لفترة طويلة تزداد سعة العمل اللاهوائى اللاكتيكى ولذلك يزداد تركيز حامض اللاكتيك في الدم لدى الرياضيين المدربين نظرا لزيادة حجم الطاقة المستهلكة عن طريق تكسير الجلوكوز بدون الأكسوجين وكذلك قدرة الرياضي على الأداء وتحمل التعب بالرغم من ظروف نقص

الأكسجين وزيادة تراكم حامض اللاكتيك بالدم كما يقل تركيز حامض اللاكتيك في الدم عند أداء حمل بدني مقنن نتيجة الاقتصاد في الجهد وزيادة كفاءة التخلص من اللاكتيك.

٣- العوامل المرتبطة بالإمكانيات الهوائية

يرتبط مستوى إنتاج الطاقة الهوائية بعاملين أساسيين أحدهما توصيل الأكسجين إلى العضلات والآخر قدرة العضلات على استهلاك الأكسجين وإنتاج الطاقة.

وتتأثر قدرة الرياضي على إنتاج الطاقة الهوائية تبعا لمستوى كفاءة توصيل الأكسجين واستهلاك الأكسجين بالعضلات فعلى سبيل المثال في عملية توصيل الأكسجين لا تعتبر كثير من مؤشرات التنفس الخارجي عاملا معوقا لزيادة إنتاج الطاقة الهوائية.

وفى الوقت نفسه فإن حجم الدفع القلبي يلعب دورا هاما في التأثير على مقدار الأكسجين المستهلك ولذلك يمكن القول بأن رفع كفاءة الجهاز الدوري لزيادة حجم الضربة والدفع القلبي يؤدى إلى زيادة استهلاك الأكسجين بنسبة٥٠% وتمثل عمليات استهلاك الأكسجين في الخلية العضلية الجزء المتبقي للتأثير على زيادة حجم الأكسجين المستهلك ٥٠% والذي يظهر في زيادة الفرق في مقدار أكسجين الدم الشرياني الوارد إلى العضلة بالمقارنة بمقدار أكسجين الدم الوريدي الصادر عن العضلة حيث كلما زاد الفرق دل ذلك على زيادة الأكسجين المستهلك بالعضلة أي زيادة الطاقة الهوائية وفيما يلي أهم العوامل المؤثرة على العمل الهوائي:

١. الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين

يعبر عن القدرة الهوائية القصوى بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين ويبلغ لدى الرياضيين ذوى المستويات العليا مقدارا يتراوح ما بين٦-٧ لتر/ق وإذا ما تم نسبته إلى وزن الجسم بقسمة عدد اللترات على وزن الجسم يكون الناتج ما يطلق عليه بالحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين النسبي ويتراوح ما بين٧٠-٨٠ مللي لتر/كجم/ق ويبلغ هذا المقدار لدى لاعبي الجمباز والغطس مقدار٣٠-٤٩ مللي لتر/كجم/ق أي يقل نسبيا عن الرياضيين في أنشطة التحمل الهوائي.

٢. السعة الهوائية

يقصد بالسعة الهوائية قدرة الجسم على الاستمرار في إنتاج الطاقة الهوائية بمستوى عال وعلى سبيل المثال يستطيع غير المدربين الأداء لفترة٣٠ دقيقة عند مستوى٧٠% من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بينما يمكن للرياضيين العمل لفترة حوالي ساعتين عند نفس المستوى المحدد بالنسبة المئوية.

وقد ثبت أن الرياضيين ذوى المستوى العالي في التحمل الهوائي مثل متسابقى الماراثون يستطيعون الأداء عند مستوى٧٠% من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين لفترة ٣–٤ ساعات.

ويلاحظ زيادة المدى الزمني للعمل الهوائي "السعة الهوائية" كلما ارتفع مستوى الرياضي بالرغم من زيادة شدة الأداء حتى مستوى٩٠–٩٥% من الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين إلا أن ذلك لا يصاحبه زيادة كبيرة في تركيز حامض اللاكتيك وقد لوحظ أن نسبة تركيز حامض اللاكتيك لدى متسابقى المسافات الطويلة تصل إلى٢٠–٤٠ ملليجرام لكل لتر من الدم.

٣. استهلاك الجليكوجين :

يلعب الجليكوجين دورا هاما في العمل العضلي الهوائي الذي يتطلب الأداء المستمر لفترة طويلة وتزداد السعة الهوائية كلما زاد مخزون العضلات من الجليكوجين بنسبة٥٠–٦٠% أو أكثر وهناك علاقة ارتباطيه بين مستوى تخزين الجليكوجين بالعضلات والقدرة على الاستمرار في الأداء لفترة طويلة وعند أداء الحمل البدني بشدة٦٠–٧٠% من مستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين فإن مصدر الطاقة أثناء ذلك يعتمد على استخدام الجليكوجين بالعضلة بنسبة٨٥% وكلما زاد استهلاك مخزون الجليكوجين بالعضلة تزداد نسبة الاعتماد على استهلاك جلوكوز الدم والتي تبلغ حوالي١٠ – ١٥% في بداية العمل وتصل إلى نسبة ٥٠% في حالة زيادة التعب أي أن جليكوجين الكبد يظهر دوره في حالات التعب.

٤. التهوية الرئوية

تحت تأثير التدريب الرياضي تتحسن كفاءة الجهاز التنفسي بزيادة حجم الرئتين وسعتهما وترتفع كفاءة الرئتين في الاقتصاد في الجهد مع زيادة فاعلية الاستفادة لامتصاص الهواء الجوى ويجب ملاحظة أنه بالرغم من زيادة مقدار السعة الحيوية لدى الرياضيين والتي قد تصل إلى٦–٩ لتر أي أكثر من الأفراد العاديين٢–٢.٥ مرة إلا أنه لم يتضح أن لزيادة مقدار السعة الحيوية علاقة بمستوى الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين.

والعامل الأكثر أهمية هنا هو الحد الأقصى للتهوية الرئوية وقدرة عمليات التهوية الرئوية على الاحتفاظ بمستوى عال من الأداء لفترة طويلة أثناء العمل حيث أن لهما تأثيرا هاما على الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين وتصل التهوية الرئوية لدى الرياضيين ذوى المستويات العليا حوالي ١٢٠–١٣٠ لترا وقد سجلت حالات بلغت١٧٠ لترا لدى متسابقى الدراجات للطريق و٢٠٠ لتر لدى لاعبي التجديف و١٨٠ لتر لدى السباحين.

ويمكن للرياضيين الاحتفاظ بمستوى التهوية الرئوية عند ٨٠% من الحد الأقصى لفترة ١–١٥ دقيقة أثناء الأداء وحتى٢–٣٠ دقيقة عند مستوى٧٠% بينما غير الرياضيين لا يمكنهم

الاستمرار في الأداء بمستوى٧٠–٨٠% من الحد الأقصى للتهوية الرئوية لأكثر من٣–٥ دقائق.

٥. الجهاز الدوري

يرتبط الحد الأقصى لاستهلاك الأكسجين بزيادة كفاءة الجهاز الدوري حيث يمكن أن يرتفع معدل القلب لدى لاعبي التحمل٥–٦ مرات أثناء المجهود الرياضي بينما لا يزيد عن ٢.٥–٣ مرات لدى غير الرياضيين مع ملاحظة أنه كلما زاد معدل القلب عند حدود معينة يقل حجم الدم المدفوع في الضربة الواحدة.

ويصل هذا المدى لدى غير الرياضيين ما بين١٠٠–١١٠ إلى١٧٠–١٨٠ ضربة/ق أما بالنسبة للرياضيين فيتراوح ما بين١١٠–١٣٠ وحتى١٩٠–٢٢٠ ضربة/ق ويبلغ الحد الأقصى للدم المدفوع من القلب في الدقيقة لدى الرياضيين حوالي٤٠ لتر/ق كما قد يصل لدى لاعبي التحمل للمستويات العالية٤٤–٤٧ لتر/ق.

بينما يلاحظ لدى غير الرياضيين أن الحد الأقصى للدفع القلبي يبلغ ١٨–٢٠ لتر/ق وبناء على ذلك فإن الدفع القلبي لدى غير الرياضيين يتضاعف٤ مرات من ٥ إلى ١٨–٢٠ لتر/ق بينما لدى الرياضيين يتضاعف ٨– ٠ مرات من ٤.٥ إلى ٣٥–٤٥ لتر/ق.

٦. استمرارية الأداء عند مستوى عال لمعدل القلب

تعتبر القدرة على استمرارية الأداء عند مستوى عال لمعدل القلب من المؤشرات الهامة للتحمل حيث اتضح أن متسابقى الدراجات ذوى المستويات العالية يمكنهم الأداء لمدة ساعتين عند مستوى معدل للقلب يبلغ ١٨٠–٢٠٠ ضربة/ق وحجم الضربة٧٠–٢٠٠ مللي لتر وحجم الدفع القلبي٣٨–٤٢ لتر أي القدرة على الأداء بمستوى قريب من الحد الأقصى بينما غير الرياضيين لا يمكنهم الاستمرار عند هذا المستوى أكثر من ٥–١٠ دقائق.

٧. الدم

تحت تأثير التدريب تحدث تغيرات في الدم باعتباره المسئول عن نقل الأكسجين للعضلات حيث يزيد حجم الدم المتحرك في الدورة الدموية بمقدار١٥–٢٥% وهذا يساعد على زيادة حجم الهيموجلوبين الذي يحمل الأكسجين إلى العضلات هذه الزيادة في الهيموجلوبين ليست مصاحبة بزيادة في تركيز الهيموجلوبين كما تبلغ نسبة زيادة حجم البلازما المتحركة في الدورة الدموية ١٥–٢٠% وكذلك تزداد نسبة كرات الدم الحمراء في الدورة الدموية ما بين ١٢–١٥% ويقصد بالدم المتحرك في الدورة الدموية مقدار الدم الذي يقوم بالدور النشط خلافا لمقدار آخر من الدم يكون متجمعا في الأجهزة الداخلية مثل الكبد والطحال وغيرها.

٨ . عمليات التمثيل الغذائي بالعضلة

تزداد كثافة الشعيرات الدموية لتوصيل وانتشار كمية أكثر من الدم كما يزداد سريان الدم ١٥–٢٠ مرة أثناء المجهود البدني ويزداد حجم الميتوكوندريا وعددها داخل الألياف العضلية كما يؤدى التدريب الهوائي إلى زيادة كفاءة الألياف العضلية البطيئة ويؤثر على الألياف السريعة من نوع B لتصبح أكثر ميلا إلى صفة التحمل من صفة السرعة.

تبادل نظام الطاقة خلال النشاط الرياضي

يتم تبادل العمل بين نظم الطاقة خلال النشاط البدني ويختلف ذلك تبعا لاختلاف شدة وفترة دوامة ١٥٠٠ م عدو مصدر الطاقة يتم من خلال النظام اللاهوائى في بداية ونهاية السباق بينما في الجزء الأوسط يتم الاعتماد على النظام الهوائي كما تقل نسبة نظام اللاهوائى كلما زادت المسافة للسباق والعكس.

وتتوقف نسب استخدام النظام الهوائي واللاهوائى على عوامل أهمها نوع وشدة دوام الحمل البدني ففي العمل لفترة طويلة بشدة منخفضة يكون الجزء الأكبر من الطاقة نتيجة أكسدة الكربوهيدرات والدهون.

بينما في العمل العضلي لفترة قصيرة بشدة مرتفعة يكون معظم الطاقة من مصدرها الكيميائي PC–ATP ومن الصعب تحديد نسب مساهمة نظم إنتاج الطاقة الهوائية واللاهوائية الا اننا يمكن تحديد زمن الاداء لكل نظام لبعض الانشطة الرياضية كما يوضحها الجدول التالي:

زمن الأداء	نظام الطاقة	أمثلة للأنشطة
أقل من ٣٠ ث	فوسفاتي	دفع جلة/ ١٠٠ م عدو/ضرب الكرة
٣٠:٩٠ ث	فوسفاتي+لاكتيك	١٠٠/٤٠٠/٢٠٠ متر سباحة
٣:١.٥ دقائق	اللاكتيك+الأكسجين	٨٠٠ م/جمباز/ ملاكمة
أكثر من ٤ دقائق	الأكسجين	الضاحية/ماراثون