الباب الثاني

موضوعات في فسيولوجيا الجهد والأداء البدني

• الألياف العضلية ودورها في الأداء البدني • تطوير القوة العضلية: اعتبارات فسيولوجية • التضخم العضلي • تدريبات القوة العضلية لدى الأطفال: هل هي آمنة؟ • ضربات القلب لدى الإنسان: معدلاتها ودلالاتها في الجهد البدني والتدريب • فقر الدم (الأنيميا) والرياضة • النشاط البدني والجذور الحرة • التعبئة الكربوهيدراتية (الجلايكوجينية) • وجبة ما قبل المسابقة • حمض اللبنيك: هل له علاقة بالتعب العضلي؟ أم هو أداة لمعرفة شدة الجهد البدني؟ • فرط التدريب: الأعراض والمؤشرات الفسيولوجية • الإيقاع البيولوجي والأداء الرياضي: إرشادات للرياضيين • الأحماض الأمينية ذات السلسلة المتفرعة والتعب المركزي أثناء الجهد البدني • المتطلبات الفسيولوجية لكرة القدم • كل ما تريد معرفته عن ممارسة النشاط البدني في رمضان • الأندورفين والجهد البدني • المرتفعات والأداء البدني: اعتبارات فسيولوجية • التنظيم الحراري أثناء الجهد البدني في الجو الحار والإصابات الحرارية • تعويض السوائل والجهد البدني • كفاءة الجري والأداء البدني • الكافين والأداء البدني • النشاط البدني والتهابات الجهاز التنفسي العلوي • الأساس الفسيولوجي للإحماء • وثيقة الجمعية الطبية العالمية (WMA) حول أسس العناية الصحية في الطب الرياضي • تدريب الأطفال والناشئة وانتقائهم: اعتبارات بدنية وفسيولوجية

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل الرابع عشر

الألياف العضلية ودورها في الاداء البدني

مقدمة

تتكون الألياف العضلية لدى الإنسان من مزيج من نوعين رئيسيين يتميز كل منهما بخصائص انقباضية مغايرة للآخر إلى حد ما، فهناك نوع يتميز بانقباض قوي وسريع ولكنه من الذوات القابلة للتعب، ولهذا يسمى هذا النوع بالألياف العضلية السريعة الخلجة (FT)، حيث تستغرق هذه الألياف بعد تنبيهها عصبياً حوالي ٥٠ ملي ثانية للوصول إلى أقصى انقباض عضلي لها (أقصى توتر لها)، على أن إمكانية هذه الألياف على استخدام الأوكسجين بغرض إنتاج الطاقة تعتبر منخفضة.

أما النوع الآخر من الألياف العضلية فيتميز بانقباض بطئ وبقوة منخفضة، ولذلك يسمى هذا النوع بالألياف العضلية البطيئة الخلجة (ST)، حيث تستغرق هذه الألياف بعد تنبيهها عصبياً حوالي ١١٠ ملي ثانية لكي تصل إلى أقصى انقباض عضلي لها، غير أن الألياف البطيئة الخلجة هذه تعتبر مقاومة للتعب، كما أنها تمتلك كثافة عالية من الأوعية الدموية، ولهذا فقدرتها على استخدام الأوكسجين (بغرض إنتاج الطاقة) تعد عالية جداً مقارنة بالنوع الآخر.

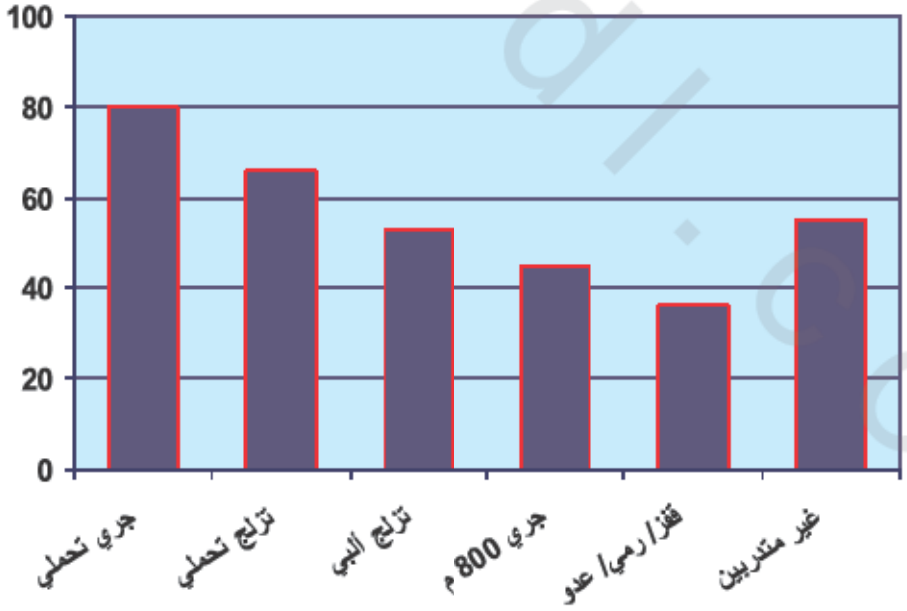
ونظراً لأن الألياف العضلية البطيئة الخلجة تحتوي على كمية كبيرة من الميوجلوبين (وهو مركب يشبه الهيموجلوبين، لكنه موجود داخل العضلات، ويتضمن في تركيبه الحديد) ولأن الميوجلوبين يتحد مع الأكسجين بغرض نقله داخل العضلة، فإنه يعطي لوناً أحمراً، وبالتالي فإن شكل الألياف العضلية البطيئة الخلجة تبدو حمراء اللون، على عكس لون الألياف العضلية السريعة الخلجة التي يبدو لونها أبيضاً.

ويبدو من دراسة التركيب الداخلي للألياف العضلية أن بطيئة الخلجة أكثر ملائمة للرياضات التي تتطلب عنصر التحمل، مثل سباقات المسافات الطويلة والماراثون والسباحة الطويلة ورياضة الدراجات، بينما تتميز الألياف السريعة الخلجة بملائمتها للرياضات التي تتطلب عنصري السرعة والقدرة، مثل سباقات المسافات القصيرة والقفز والرمي، كما تشير الدراسات العلمية التي تم فيها أخذ عينات من عضلات بعض الرياضيين المتميزين في

ألعاب متعددة إلى أن رياضيي سباقات المسافات الطويلة والماراثون يمتلكون نسبة عالية من الألياف البطيئة الخلجة حيث تصل نسبتها في بعض الأحيان إلى أكثر من ٨٠٪ من نسبة الألياف العضلية في تلك العضلة كما هو موضحاً في الشكل البياني رقم (١)، بينما يمتلك الرياضيون المتميزون في سباقات العدو القصير ومسابقات الرمي نسبة عالية من الألياف العضلية السريعة الخلجة، كما هو مبيناً في الشكل البياني رقم (٢).

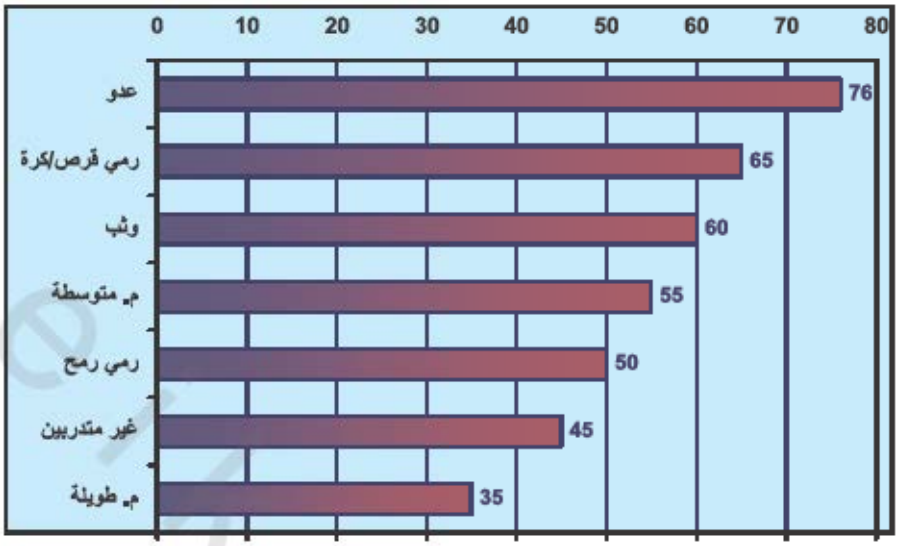
ويؤدي التدريب البدني التحملي (الهوائي) إلى رفع كفاءة وفعالية الألياف العضلية البطيئة الخلجة، بينما يؤدي التدريب البدني العنيف والقصير الأمد إلى رفع كفاءة وفعالية الألياف العضلية السريعة الخلجة. وتشير البحوث العلمية الحديثة إلى أنه لا يمكن تحويل أي نوع من تلك الألياف إلى النوع الآخر عن طريق التدريب البدني، لكن التدريب البدني الهوائي (التحملي) يعمل على توظيف الألياف العضلية البطيئة الخلجة، وبالتالي يقود إلى تطورها، بينما يعمل التدريب البدني العنيف على توظيف (استخدام) الألياف العضلية السريعة الخلجة، وبالتالي يؤدي إلى تطور تلك الألياف. كما تجدر الإشارة إلى أن تحديد نسبة الألياف العضلية لدى الفرد يخضع للوراثة (أي أن الفرد يولد ولديه نسبة معينة من الألياف العضلية لا يمكن تغييرها).

وتشير دراسة التركيب التشريحي للألياف العضلية إلى أن الألياف بطيئة الخلجة يتصل بها في الغالب أعصاب حركية صغيرة بينما يتصل بالألياف العضلية سريعة الخلجة أعصاب حركية كبيرة.



الشكل البياني رقم (١). نسبة (٪) الألياف العضلية البطيئة الخلجة لدى رياضيين من رياضات متنوعة.

المصدر: Komi, 1990, p. 19



الشكل البياني رقم (٢). نسبة (٪) الألياف العضلية السريعة الخلجة لدى مجموعة من رياضيي ألعاب القوى.

المصدر: Costill, et al, *J Appl Physiol*, 1976

ولقد أوضح تحليل مستوى الجلايكوجين في العضلات عن طريق أخذ عينات صغيرة من العضلات العاملة قبل وأثناء وبعد أداء جهد بدني إلى أن الألياف العضلية البطيئة الخلجة توظف بشكل أكبر أثناء الجهد البدني المتواصل والمعتدل الشدة بينما توظف الألياف العضلية السريعة الخلجة بشكل أكبر عندما تزداد شدة الجهد البدني. وينخفض محتوى الألياف العضلية السريعة الخلجة من الجليكوجين أثناء الجهد البدني العنيف والسريع – عند أداءه بصورة جرعات متكررة – بشكل أكبر من انخفاض محتوى الألياف العضلية البطيئة الخلجة من الجليكوجين، حيث تستخدم الألياف العضلية السريعة الخلجة في هذا النوع من الجهد البدني بشكل أكثر من استعمال الألياف العضلية البطيئة الخلجة.

أما أثناء الجهد البدني التحملي، فإن محتوى الألياف العضلية البطيئة الخلجة من الجليكوجين ينفذ بشكل أسرع من نفاذ الجليكوجين من الألياف العضلية السريعة الخلجة، حيث من المعلوم أنه يتم في الجهد البدني التحملي استخدام الألياف العضلية البطيئة الخلجة بشكل أكثر وبصورة مبكرة مقارنة باستعمال الألياف العضلية السريعة الخلجة.

وعلى الرغم من وجود بعض الاختلافات في نسب تلك الألياف في العضلات المختلفة لدى الأفراد، إلا أن التحليل الكيموحيوي لعينات من بعض الألياف العضلية يشير إلى أن العضلة النعلية تحتوي على نسبة عالية من

الألياف البطيئة الخلجة (٧٥–٩٠٪)، وتحتوي العضلة العضدية ذات الرؤوس الثلاثة على نسبة عالية من الألياف السريعة الخلجة (٦٠–٨٠٪)، بينما تحتوي العضلة ذات الرأسين والعضلة الفخذية الخارجية والفخذية المستقيمة والعضلة التوأمية في الغالب على مزيج من النوعين يصل إلى حوالي ٥٠٪ لكل نوع.

والجدير بالذكر أن تحديد نوعية الألياف العضلية للفرد يتطلب أخذ خزعة (عينة) عضلية بحجم حبة الأرز من العضلات المعينة وتحليلها بطرق كيميائية ونسيجية محددة، ويكون أخذ الخزعة تحت التخدير الموضعي، وهو إجراء توسعي لا يتم اللجوء إليه إلا لأغراض الأبحاث العلمية أو في بعض الحالات المرضية.

ويوضح الجدول رقم (١) ملخصاً لخصائص كل من الألياف العضلية البطيئة الخلجة والسريعة الخلجة بشكل مختصر، شاملاً ذلك حجمها ومعدل انقباضها وقابليتها للتعب وقدراتها الهوائية واللاهوائية ومعدل استخدامها في الجهد البدني التحملي أو العنيف، ويتضح من الجدول أن لكل نوع من الألياف خصائص مغايرة للنوع الآخر.

الجدول رقم (١). خصائص الألياف العضلية البطيئة الخلجة والسريعة الخلجة.

بطيئة الخلجة	سريعة الخلجة
انقباض منخفض وبطيء	انقباض قوي وسريع
مقاومة للتعب	قابلة للتعب
الإمكانية الهوائية عالية	الإمكانية الهوائية منخفضة
الإمكانية اللاهوائية عالية	الإمكانية اللاهوائية منخفضة
كثافة عالية من الشعيرات الدموية	كثافة منخفضة من الشعيرات الدموية
يتصل بها أعصاب حركية صغيرة	يتصل بها أعصاب حركية كبيرة
التدريب التحملي يرفع كفاءتها	التدريب العنيف القصير يرفع كفاءتها
رياضيو التحمل يمتلكون نسبة أعلى	نسبة أعلى لدى رياضيي القدرة والسرعة
توظف في الجهد المنخفض والمعتدل	توظف في الجهد المرتفع الشدة
تحديد نسبة الألياف يخضع للوراثة	

أما الجدول رقم (٢) فيستعرض مقارنة لبعض من خصائص كل من الألياف العضلية البطيئة والسريعة الخلجة وعضلة القلب مرتبة طبقاً لامتلاك كل منهما الخاصية المعنية، حيث يمكن القول أن الإمكانية الهوائية (القدرة على استخدام الأكسجين بغرض إنتاج الطاقة) لعضلة القلب هي الأعلى، يليها الألياف العضلية البطيئة الخلجة ثم أخيراً الألياف العضلية السريعة الخلجة. أما قدرة هذه الألياف العضلية على إنتاج الطاقة (أي إنتاج الأدينوسين ثلاثي الفوسفات **ATP**) فتتراوح من الأكثر قدرة وهي الألياف العضلية السريعة الخلجة إلى الأقل قدرة وهي عضلة القلب.

الجدول رقم (٢). خصائص الألياف العضلية السريعة الخلجة والألياف العضلية البطيئة الخلجة وعضلة القلب.

الخصائص	ترتيب الألياف تبعاً لامتلاكها الخاصية
المعدل الأقصى لإنتاج ATP	سريعة الخلجة ثم بطيئة الخلجة ثم عضلة القلب
حجم الألياف	سريعة الخلجة ثم بطيئة الخلجة ثم عضلة القلب
كثافة الأوعية الدموية وتوفر O_2	عضلة القلب ثم بطيئة الخلجة ثم سريعة الخلجة
الإمكانية القصوى على الأكسدة	عضلة القلب ثم بطيئة الخلجة ثم سريعة الخلجة

مصدر الجدول: Houston M. Biochemistry Primer for Exercise Science, 1995, p. 64.

ومن المعلوم أنه كلما ارتفعت شدة الجهد البدني كلما ازدادت مشاركة الألياف العضلية السريعة الخلجة في الانقباض العضلي، حيث تعتمد هذه الألياف السريعة الخلجة بصورة رئيسية على الطاقة اللاهوائية، والتي من ضمنها الطاقة الناتجة من تحلل الجلايكوجين والجلوكوز بطريقة لا هوائية. هذا التحلل ينتهي بإفراز حمض اللبنيك في العضلة، ما يقود إلى ارتفاع تركيزه فيها ومن ثم زيادة درجة الحموضة فيها.

وتشير الدراسات العلمية التي أجريت على العضلات أثناء الجهد البدني المرتفع الشدة، إلى أن حمض اللبنيك يُنتج من قبل الألياف السريعة الخلجة عبر التحلل اللاهوائي، ليخرج منها ويذهب إلى الألياف العضلية البطيئة الخلجة العاملة ويستخدم من قبلها كمصدر للطاقة الهوائية، هذه العملية تسمى بعملية النقل المكوكي لحمض اللبنيك (Lactate shuttle) بين الألياف العضلية السريعة الخلجة (المنتجة له) والألياف العضلية البطيئة الخلجة (المستخدمة له).

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. فسيولوجيا الجهد البدني: الأسس النظرية والإجراءات المعملية للقياسات الفسيولوجية. الرياض: جامعة الملك سعود، ٢٠٠٩م.

(٢) الهزاع، هزاع محمد. فسيولوجيا الجهد البدني لدى الأطفال والناشئين. الرياض: الإتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٤١٧هـ.

(٣) الهزاع، هزاع محمد. تجارب معملية في وظائف أعضاء الجهد البدني. الرياض: جامعة الملك سعود، ١٤١٣هـ.

المراجع الإنجليزية

(٤) Astrand P, Rodahl K. *Textbook of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill Company, 1986.

(٥) Costill D, Evan W, Fink W, Krahenbuhl G, Saltin B. Skeletal muscle enzymes and fiber composition in male and female track athletes. *J Appl Physiol* 1976; 40: 149-154.

(٦) Fox E. *Sport Physiology*. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1979.

(٧) Fox E, Bowers R, Foss M. *The Physiological basis of Physical education and Athletics*. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1988.

(٨) Gollnick P. Hermansen L. Biochemical adaptations to exercise: anaerobic metabolism. *Exerc Sport Sci Rev* 1973; 1-43.

(٩) Holloszy J, Coyle E. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J Appl Physiol* 1985; 56: 831-838.

(١٠) Houston M. *Biochemistry Primer for Exercise Science*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2006.

(١١) Komi P. The musculoskeletal system. In: *The Olympic Book of sports Medicine*. Vol. 1, Dirix A, Knuttgen H, Tittel K, (edits). Oxford: Blackwell Scientific Publishing, 1988: 15-39.

(١٢) Mole P, Baldwin K, Terjung R, Holloszy J. Enzymatic pathways of pyruvate metabolism in skeletal muscle: adaptations to exercise. *Am J Physiol* 1973; 224: 50-54.

(١٣) Rhoades R, Tanner G. *Medical Physiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1995.

(١٤) Thorstensson A, Karlsson J. Fatigability and fiber composition of human skeletal muscle. *Acta Physiolo Scandinav* 1976; 98: 318-322.

(١٥) Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*. Campaign, IL: Human Kinetics, 1994.

obeikandl.com

الفصل الخامس عشر

تطوير القوة العضلية: اعتبارات فسيولوجية

مقدمة

ينسب إلى الأساطير الإغريقية أن شاباً يدعى ميلو (Milo) كان ينشد أن يصبح أقوى رجل على وجه الأرض، فبدأ منذ صغره برفع ثور صغير إلى مستوى الكتفين، ومرت الأيام والسنوات وهو يرفع ذلك الثور الذي يزداد وزناً وكبراً، وعندما اكتمل نمو الثور استطاع ميلو أن يحوز على لقب أقوى رجل وأن يفوز كذلك ببطولة المصارعة في القرن قبل الميلاد.

إن الأساس العلمي لبناء القوة العضلية عن طريق قاعدتي التدرج (Progression) وزيادة العبء (Over Load) لم يتغير منذ أيام ميلو الإغريقي، إن الأثقال وآلات رفع الأثقال فقط هي التي استجدت وحلت محل الثور منذ ذلك الحين. إن قاعدة زيادة العبء (أو التحميل الزائد) تنص على أن التكيف الناتج وبالتالي الزيادة في الإمكانية الوظيفية يكونان بحجم الحمل التدريبي.

إن الانقباض العضلي القريب من حد التوتر الأعلى (Maximum Tension)، أي القريب من الشدة القصوى، لهو المؤدي لزيادة قوة العضلات وحجمها، لذلك فتدريبات القوة التي لا تؤدي إلى تحميل العضلة حملاً زائداً (زيادة العبء) لا تقود إلى تحسن في القوة العضلية ولا زيادة في حجم العضلات، فالكثير من الدراسات العلمية توضح أن معدل تكوين البروتين في العضلة له علاقة كبيرة بمعدل دخول الأحماض الأمينية إلى داخل الخلية والتي ترتبط ارتباطاً كبيراً بمقدار شدة التوتر العضلي ومدته.

ولأن الأثر الفسيولوجي للتدريب البدني الناجم عن التنبيه يحتاج إلى وقت كاف ليتضح تأثيره، فإن أهمية القاعدة الثانية وهي التدرج تبدو للوضوح، فقاعدة التدرج تملي على الممارس بأن يزيد من الحمل التدريبي بشكل متدرج، بما يكفل حدوث تكيف في العضلات ذاتها.

ولإعطاء مثال حي على ذلك، دعونا نتصور أن شخصاً ما يستطيع أن يرفع ثقلاً مقداره ١٠٠ كجم بصعوبة بالغة، ولنفترض أن هذا الشخص يريد أن يطور القوة العضلية لديه وينميها، فإذا استمر هذا الممارس في رفع الثقل

بانتظام فإن العضلات العاملة سوف تتأثر بالتنبيه الحاصل عليها (في هذه الحالة من جراء وزن الثقل) وتبدأ تستجيب عن طريق حدوث تكيف فسيولوجي لتلك العضلات، لكن بعد مرور فترة من الزمن فإن هذا الحمل (الثقيل) يصبح ليس بالحمل الكافي لإحداث تكيف فسيولوجي أعلى، ويتحتم بعد ذلك أن يقوم الممارس بزيادة وزن الثقل حتى يرفع من حدة التنبيه اللازم لإحداث تكيف فسيولوجي على مستوى أعلى ومن ثم تحسين قوته العضلية.

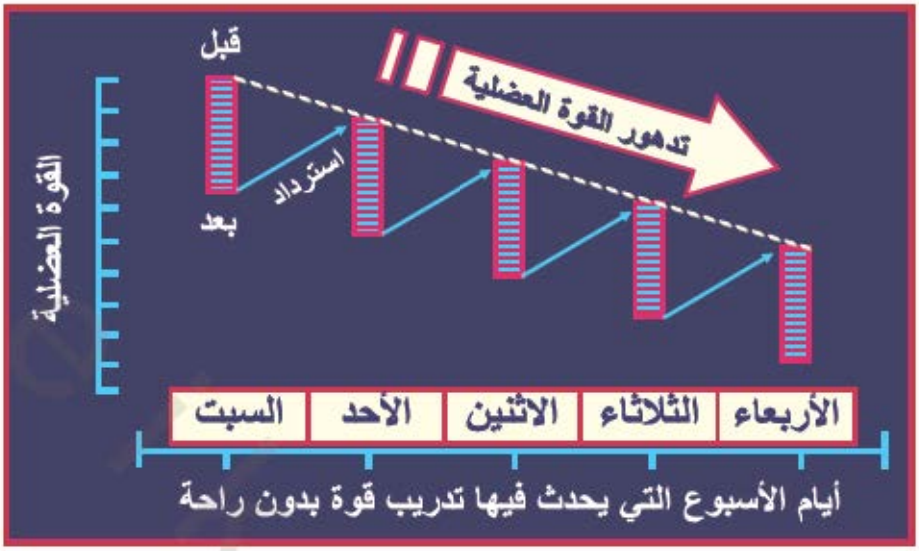
وعلى الرغم من العلاقة الوثيقة بين القوة العضلية وحجم العضلات، إلا أن من الملاحظ أن أقوى الرياضيين والذين هم من رياضيي حمل الأثقال ليسوا أكبر الرياضيين حجماً في العضلات وأن أكبر الرياضيين حجماً في العضلات والذين هم رياضيي كمال الأجسام ليسوا بالضرورة أكثر الرياضيين قوة عضلية، وهذا يقودنا إلى أن السبب في ذلك يعود إلى أن كلاً من رياضيي حمل الأثقال وكمال الأجسام يتبع برنامجاً تدريبياً يختلف عن الآخر، فالرياضيون في حمل الأثقال عادة ما يتدربون بأوزان ثقيلة وتكرار قليل مع فترة راحة طويلة نسبياً بين كل جرعة وأخرى، بينما الرياضيون في كمال الأجسام عادة ما يتدربون بأوزان أقل ثقلاً وتكراراً عالياً مع فترة راحة قصيرة بين كل جرعة وأخرى.

ولا ينبغي أن ننسى أن الاستعداد الوراثي يلعب دوراً كبيراً في مدى إمكانية زيادة حجم العضلات كما يحدث في رياضة كمال الأجسام، حيث تشير البحوث العلمية إلى أن الوراثة تسهم بدور كبير في تحديد حجم العضلات ونوع الألياف العضلية لدى الإنسان، وكلا العاملين يؤثران بشكل ملحوظ على القوة العضلية.

وفي هذا الصدد، فإن تطور القوة العضلية لدى الفرد لا يحصل بدون وجود راحة كافية بين كل تدريب عضلي وآخر، حيث من المعروف أن إجراء تدريبات القوة العضلية العنيفة بشكل يومي بدون راحة سوف يؤدي إلى تدهور في القوة العضلية لدى المتدرب في اليوم التالي، فالعضلات تحتاج إلى راحة كافية حتى تتمكن من بناء البروتين المفقود من جراء التدريب العنيف.

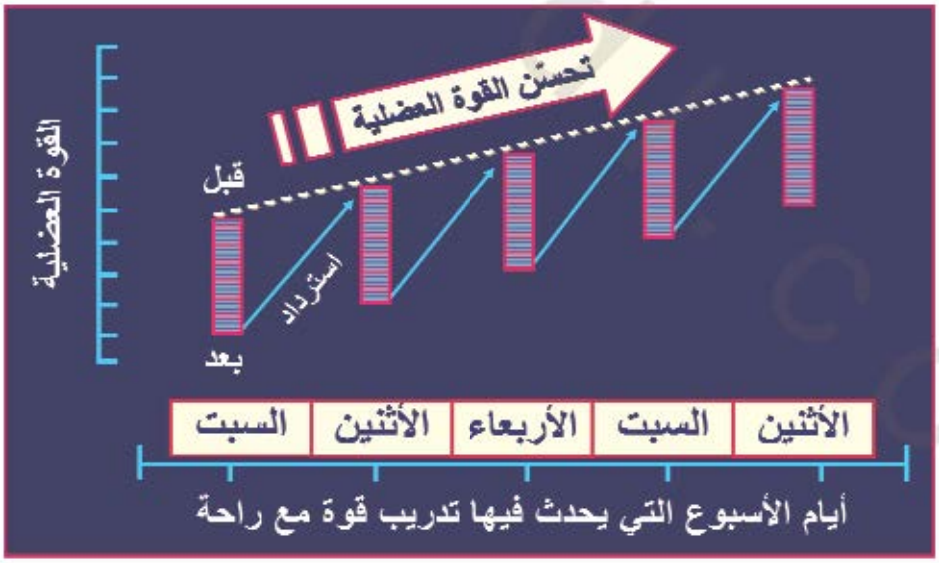
ويوضح الشكل البياني رقم (١)، كيف أن القيام بتمرينات عضلية مجهدة في كل يوم من أيام الأسبوع يؤدي إلى تدهور في القوة العضلية، وذلك لعدم وجود راحة كافية بين كل تدريب وآخر وتعني كلمة قبل الموجودة في أعلى المستطيل (الموضح في الشكل) قيمة القوة العضلية قبل التدريب البدني، وفي نهاية التدريب فإن القوة العضلية تنخفض طبيعياً من جراء الإجهاد الحاصل للعضلات (كلمة بعد)، إلا أن فترة الراحة القصيرة لا تسمح للعضلات باسترداد كافٍ لقوتها.

وفي الجانب الآخر، فإن القوة العضلية تتحسن وتتطور عند حدوث راحة كافية تتراوح من ٤٨-٧٢ ساعة بين كل تدريب وآخر، كما هو موضحاً في الشكل البياني رقم (٢)، مما يجعل العضلات تسترد قوتها وزيادة بعد التدريب المجهد السابق، الأمر الذي يوحي بأنه ينبغي إجراء تدريبات الأثقال من أجل تقوية مجموعات عضلية محددة في الجسم بمعدل ثلاث مرات في الأسبوع، على أن أخذ راحة بين كل تدريب وآخر تزيد على ثلاثة أيام يقود إلى انخفاض ملحوظ في القوة العضلية المكتسبة من جراء تدريبات الأثقال.



الشكل البياني رقم (١). القيام بإجراء تدريبات القوة العضلية بشكل يومي وبدون فترة راحة كافية يؤدي إلى تدهور القوة العضلية، كما هو موضحاً في الشكل أعلاه.

المصدر: الهزاع، هزاع. التهيئة البدنية. الرياض، ١٤٢١هـ، ص: ٢٧.



الشكل البياني رقم (٢). إعطاء راحة كافية بين تدريب وآخر يؤدي إلى تحسن القوة العضلية نتيجة لتدريبات الأثقال، كما هو مبيناً في الشكل أعلاه.

المصدر: الهزاع، هزاع. التهيئة البدنية. الرياض، ١٤٢١هـ، ص: ٢٧.

ومن المعلوم أن تطوير القوة العضلية يمكن له أن يحدث من خلال تدريبات القوة العضلية (تدريبات المقاومة) بدون حدوث تغير ملحوظ في حجم العضلة، وذلك من جراء زيادة توظيف وحدات حركية أكثر تعمل سوية للتغلب على مقاومة أكبر. ويحدث بعد فترة من تدريبات القوة العضلية زيادة في التثبيط العصبي للعضلات المضادة (Antagonist)، مما يسمح بانقباض أقوى للعضلات الشادّة أو المنقبضة (Agonist).

ولعل من المفيد للرياضي أن لا يكتفي بتطوير قوته العضلية فقط، بل عليه أن يمارس تدريبات القوة العضلية بسرعات عالية، من أجل محاكاة ما يجري في معظم الحركات الرياضية على أرض الواقع، الأمر الذي يساعد على حدوث التكيف العصبي العضلي المطلوب.

وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن تطوير القوة العضلية في أي عمر، على أن مقدار القوة العضلية المطلقة تنخفض أصلاً مع التقدم في العمر، غير أن الأشخاص الذين يمارسون تدريبات القوة العضلية يمكنهم المحافظة على قوتهم العضلية إلى عمر متأخر مقارنة بغير المتدربين. ويعزى انخفاض القوة العضلية مع التقدم في العمر إلى انخفاض مستوى النشاط البدني للفرد وإلى تدني حجم الكتلة العضلية مع التقدم في العمر. ويعود السبب في تدني الكتلة العضلية مع التقدم في العمر إلى انخفاض قدرة العضلات على بناء البروتينات وفقدان الوحدات الحركية السريعة الخلجة مع التقدم في العمر.

تدريبات القوة العضلية من أجل الصحة

ظهرت في العقدين الماضيين دلائل علمية تؤكد أهمية تدريبات القوة العضلية والتحمل العضلي لصحة الجهاز العضلي والهيكلي للإنسان، خاصة مع تقدمه في العمر، لذا نجد أن الكلية الأمريكية للطب الرياضي والعديد من الجمعيات الصحية والعلمية الأخرى توصي بضرورة أن يتضمن برنامج اللياقة البدنية للشخص جزءاً موجهاً نحو تقوية العضلات الرئيسية في الجسم، على أن الأمر لا يتطلب الانخراط في تدريبات عضلية شاقة كما هو الحال لدى الذين ينشدون بناء العضلات، بل أن مجموعة (جرعة) واحدة أو مجموعتين من تمرينات التقوية العضلية تعد كافية لاكتساب القوة العضلية من أجل الصحة والمحافظة عليها، على أن تكون التدريبات بمعدل يتراوح من ٨–١٢ تكراراً لكل مجموعة عضلية (أي استخدام مقاومات ليست قصوى أو قريبة من القصوى) وأن تتم ممارسة هذه التمرينات من مرتين إلى ثلاث مرات في الأسبوع، وأن تكون التمرينات تشمل المجموعات العضلية الكبرى من الجسم.

ويمكن استخدام أي نوع من أنواع المقاومات لتحقيق هذا الغرض، سواء كانت على هيئة أثقال حرة، أو أجهزة تدريب أثقال، أو تمرينات سويدية يتم فيها استخدام وزن الجسم كمقاومة، أو الحبال المطاطية، أو ما شابه ذلك.

المراجع

المراجع العربية

(١) الهـزاع، هـزاع محمـد. فـسيولوجيا الجهـد البـدني: الأسـس النظريـة والإجـراءات المعمليـة للقياسـات الفسيولوجية. الرياض: جامعة الملك سعود، ٢٠٠٨م.

(٢) الهزاع، هزاع محمد. فسيولوجيا الجهد البدني لدى الأطفال والناشئين. الرياض: الإتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٤١٧هـ.

(٣) الهزاع، هزاع محمد. فرط التدريب- المؤشرات الفسيولوجية. مجلة علوم الطب الرياضي، الاتحاد العربي للطب الرياضي، البحرين، ١٩٩٣م، العدد الأول: ٥٧-٦١.

(٤) الهزاع، هزاع محمد. التركيب الجسمي، والقوة العضلية، والقدرة لدى الرياضيين السعوديين، *الدورية السعودية للطب الرياضي*، العدد الأول، ١٩٩٦م، ١ (١): ١٧- ٢٧.

المراجع الإنجليزية

(٥) Al-Angari A, Al-Hazzaa H. Normal values for isometric and isokinetic leg strength in young adult Saudi males. *Journal of Neurosciences* 2004; 9: 165-170.

(٦) American College of Sports Medicine. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

(٧) Astrand P, Rodahl K. *Textbook of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill Company, 1986.

(٨) Fox E, Bowers R, Foss M. *The Physiological basis of Physical education and Athletics*. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1988.

(٩) Howley E, Franks D. *Health Fitness Instructor's Handbook*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2003.

(١٠) Kraemer W, Ratamess N, Frey A, French D. Strength training: Development and evaluation of methodology. In: Maud P, Foster C. (Eds.) *Physiological Assessment of Human Fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2006: 119-150.

(١١) Parcell A, Sawyer R, Tricoli V, Chinevere T. Minimum rest period for strength recovery during a common isokinetic testing protocol. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 1018-1022.

(١٢) Pollock M, Gaesser G, Butcher J, Despres J, Dishman R, Franklin B, Garber, C. ACSM Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 975-991.

(١٣) Pollock M, Franklin B, Balady G, Chaitman B, Fleg J, Fletcher B, et al. AHA Science Advisory. Resistance exercise in individual with and without cardiovascular disease: benefits, rational, safety, and prescription. *Circulation* 2000; 101: 828-833.

(١٤) Sorace P, Lafntaine T. Resistance training muscle power. *ACSM's Health & Fitness Journal* 2005, 9 (2): 6-12.

(١٥) Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*. Campaign, IL: Human Kinetics, 1994.

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل السادس عشر

التضخم العضلي
MUSCULAR HYPERTROPHY

مقدمة

إن تضخم العضلات (**Muscle hypertrophy**) يعني زيادة كتلة العضلة ومقطعها العرضي، وفي الواقع فإن الزيادة في محيط العضلة تكون بسبب زيادة عرض الألياف العضلية المكونة للعضلة. يحدث نمو حجم العضلة وتضخمها من جراء التدريب البدني ذي العبء الزائد (**Overload**) خاصة باستعمال تدريبات الأثقال، مما يجعل العضلة تستجيب لهذا العبء غير المعتاد من خلال إحداث تغيرات تشريحية ووظيفية إيجابية تجعلها قادرة فيما بعد على التكيف مع هذا الوضع الجديد عليها. وتشير نتائج البحوث التي أجريت على الرياضيين ومقارنتهم بغير الرياضيين، إلى أن الألياف العضلية السريعة الخلجة في عضلات الفخذين لدى رباعي الأثقال تعد أكبر حجماً من تلك التي لدى غير الرياضيين أو لدى رياضيي التحمل بمقدار ٤٥٪.

من المعروف أن هناك العديد من العوامل المؤثرة على حجم العضلات في جسم الإنسان. من تلك العوامل يأتي دور كل من الوراثة، والتأثير الهرموني، والنشاط البدني خاصة تدريبات الأثقال، والتغذية، وأخيراً نوعية التوصيل العصبي للعضلات. هذه العوامل سواء كانت منفردة أو مجتمعة، تؤثر على قدرة الشخص على امتلاك كتلة عضلية كبيرة أو بناء العضلات.

فالوراثة لها دور مهم في مدى امتلاك الشخص لكتلة عضلية كبيرة أو صغيرة، وتسهم تدريبات الأثقال بلا شك في بناء العضلات وتضخمها لدى الشخص البالغ، كما أن التغذية الجيدة والكافية، خاصة من المواد البروتينية تعد ضرورية من أجل بناء العضلات.

أما التأثير الهرموني فيسهم بدور مهم في بناء العضلات، حيث نجد أن الأطفال والنساء، الذين ليس لديهم إفراز كاف من هرمون التستوستيرون (هرمون الذكورة) غير قادرين بعد القيام بتدريبات الأثقال على إحداث تضخم لعضلاتهم كما هو الحال مع الذكر البالغ، على الرغم من التحسن الملحوظ الحاصل لهم في القوة العضلية نتيجة لتلك التدريبات البدنية.

ومن المعلوم أنه يمكن تنمية القوة العضلية وزيادة حجم العضلة لدى كبار السن، لكن البعض يعتقد أن زيادة تضخم العضلة لدى الكبار قد يستغرق وقتاً أطول مما هو لدى الشباب، كما أن هناك اختلاف في الآلية التي يتم من خلالها زيادة حجم العضلة لدى الكبار مقارنة بالشباب، فتضخم العضلة الناجم من تدريبات الأثقال لدى الكبار يحدث في الألياف العضلية السريعة الخلجة (نوع ٢) وليس في الألياف العضلية البطيئة الخلجة (نوع ١)، وذلك عكس ما يحدث من جراء تدريبات الأثقال لدى الشباب التي تقود إلى زيادة حجم الألياف العضلية السريعة الخلجة (نوع ٢) والبطيئة الخلجة (نوع ١) معاً.

كيف يحدث بناء العضلات (أو تضخمها)

إن عمليات زيادة حجم العضلة (أو تضخمها) مرتبط بشكل مباشر بمعدل تكوين المواد الخلوية داخل العضلة، خاصة الألياف البروتينية، حيث يلاحظ بعد فترة من القيام بتدريبات الأثقال زيادة سمك الليفات العضلية (Myofibrills)، وتكوين وحدات إضافية من وحدات الساركومير (Sarcomeres)، وهي الوحدات الأساسية المكونة للألياف العضلية، وتتكون من خيوط بروتينية غليظة تسمى الميوسين (Myosin) وأخرى دقيقة تسمى الآكتين (Actin).

تكون عمليات بناء وترميم الألياف العضلية محصلة لعملية تسريع بناء البروتين وإبطاء عمليات هدم البروتين، ويتطلب الأمر لزيادة عمليات بناء البروتين داخل الليفات العضلية أن تقوم العضلة بإنتاج قوة عضلية ليست معتادة عليها في الأحوال العادية، مثل القيام بتمرينات الأثقال، مما يجعلها تستجيب لذلك بتكوين البروتين. وعلى الرغم من أن تمرينات الأثقال (تمرينات القوة العضلية) تقود إلى زيادة عمليات تكوين البروتين داخل العضلة وبالتالي زيادة حجم الليفات العضلية، إلا أنها لا تؤدي إلى زيادة عدد الميتوكوندريا أو حجمها أو أي من الإنزيمات المسئولة عن التفاعلات الهوائية داخل الميتوكوندريا.

لذا نرى بعد تدريبات الأثقال المكثفة زيادة نسبة الليفات العضلية إلى الميتوكوندريا، وهذا شيء غير مرغوب فيه في الرياضات التحملية مثل منافسات الماراثون والمسافات الطويلة حيث يؤدي إلى زيادة كتلة الجسم، مما يعني زيادة الطاقة المصروفة من قبل العداء أثناء جريه تلك المسافات التحملية.

بالإضافة إلى ما سبق من قول، يؤدي التدريب بالأثقال (سواء بالأثقال الحرة أو باستخدام أجهزة تدريبات الأثقال) إلى زيادة كثافة العظام، ونمو الأنسجة الضامة المحيطة بالعضلة، كما أن الأوتار العضلية والأربطة تصبح أقوى من جراء تدريبات الأثقال، الأمر الذي يوفر للشخص نوعاً من الحماية من الإصابات العضلية والمفصلية.

من المعلوم أن العضلات تضم ما يسمى بالخلايا الثانوية أو التابعة (Satellite cells)، موجودة على السطح الخارجي للألياف العضلية. هذه الخلايا الثانوية التي لها نواة واحدة، مهمتها تسهيل عمليات نمو العضلات وكذلك المساهمة في ترميم وإصلاح الأنسجة العضلية المصابة بالتلف من جراء الإصابة أو التدريب البدني العنيف.

عند ممارسة تدريبات الأثقال، فإن معدل عمليات هدم البروتينات في العضلات يزداد، الأمر الذي يقود إلى تكاثر عدد الخلايا الثانوية ومن ثم اقترابها من الخلايا العضلية التالفة، حيث تعطيها نواتها مما يساهم في ترميم الألياف العضلية المصابة بالتلف وزيادة ألياف الآكتين والميوسين التي هي أساس تكوين وحدات الساركومير. ويعتقد أن عملية ترميم العضلات تدوم لحوالي ٤٨ ساعة بعد حدوث الإصابة أو القيام بتمرينات الأثقال، لذا لا ينصح بإجراء تمرينات الأثقال العنيفة بشكل يومي لأن ذلك لا يعطي الألياف العضلية فرصة لترميم التلف الحاصل من جراء التدريب السابق قبل البدء بالتدريب اللاحق.

كيفية تطوير القوة العضلية وزيادة تضخم العضلات

منذ القدم والمعروف أن التدريبات البدنية، خاصة رفع الأثقال، تؤدي إلى تحسن القوة العضلية والتحمل العضلي. لكن هل يختلف نمط برنامج تدريبات القوة العضلية عن نمط برنامج زيادة تضخم العضلة؟

للإجابة على هذا السؤال، ينبغي النظر إلى الجدول رقم (١)، الذي يوضح وصفاً لبرامج تدريبية موجهة لتطوير كل من القوة العضلية، والتحمل العضلي، وبناء العضلات (تضخمها)، وزيادة القدرة العضلية (Muscular power).

يظهر في الجدول خانة خاصة بعدد تكرارات التمرين، وتعني قدرة الشخص على تكرار أداء التمرين (رفع الثقل مثلاً) قبل أن يحل به التعب، ثم عدد المجموعات أو الجرعات المطلوبة، وهي تمثل عدد مرات إعادة إجراء التكرارات في الجلسة التدريبية الواحدة، ثم خانة توضح مقدار الشدة أو المقاومة، منسوبة إلى المقاومة القصوى التي يمكن للشخص القيام بها، ثم خانة أخرى توضح المدة اللازمة للراحة قبل إعادة التمرين في الجلسة الواحدة (الراحة بين المجموعات)، ثم أخيراً خانة توضح لنا مدة الفترة التدريبية بالأسابيع.

الجدول رقم (١). برامج تطوير القوة العضلية، والتحمل العضلي، وتضخم العضلات، وتنمية القدرة العضلية (فترة الاسترداد تعني فترة الراحة بين كل مجموعة وأخرى بالدقائق).

الصفة	التكرار	المجموعة	النسبة إلى التكرار الأقصى	فترة الاسترداد	مدة المرحلة (بالأسبوع)
القوة العضلية	٦-٤	٦-٥	٪٨٠ <	٥-٢	٦-٥
التحمل العضلي	٢٠-١٢	٣-٢	٪٧٠-٥٠	< دقيقة	٦-٥
تضخم العضلات	١٢-٦	٦-٣	٪٨٠-٧٠	٢-١	٨-٦
القدرة العضلية	٤-١	٦-٣	٪٦٠-٣٠	٥-٢	٦-٥

المصدر: Sorace P, Lafontaine T, 2005

obeikandl.com

يتضح لنا من الجدول أن أهم ما يميز تدريبات بناء العضلات (أو تضخمها) هو أن التكرار أعلى قليلاً من تكرارات تطوير القوة العضلية، لكنه أقل كثيراً من تكرارات تطوير التحمل العضلي، كما أن شدة التمرين (أو المقاومة) تقع فيما بين التحمل العضلي والقوة العضلية، والشيء نفسه ينطبق على فترة الراحة في برنامج بناء العضلات. أما الفترة التدريبية الواحدة اللازمة لبناء العضلات فتعد الأكثر مدة، حيث تتراوح من ٦-٨ أسابيع.

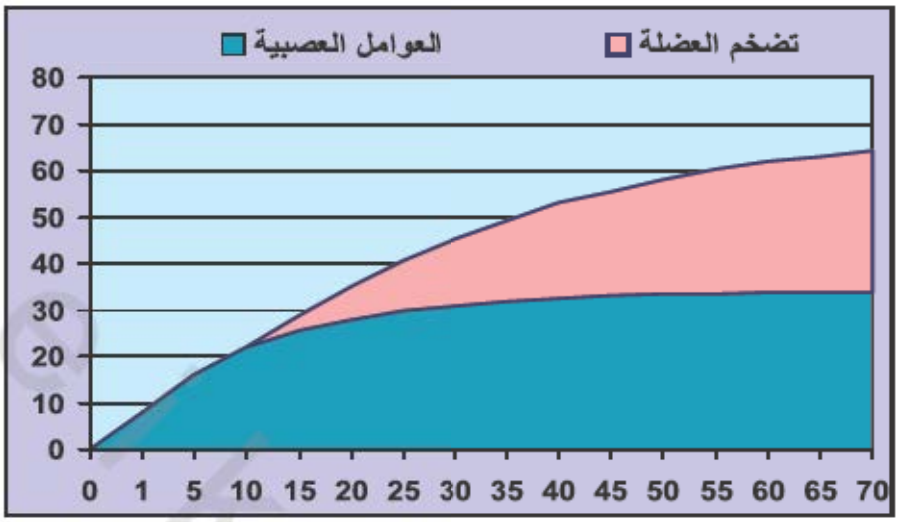
ومما يجدر بالذكر أن نتائج بعض البحوث تشير إلى أن تدريبات القوة العضلية (تدريبات الأثقال أو المقاومات) التي يتم خلاله استخدام الانقباض العضلي السالب (Eccentric) تعد مهمة جداً في عملية تضخم العضلات وزيادة مقطعها العرضي، بل أنها قد تتفوق كثيراً على التدريب العضلي الذي يستخدم الانقباض العضلي الموجب (Concentric) فقط، ويتم في الانقباض العضلي السالب مقاومة الثقل (أي إنزاله بدلاً من رفعه)، مما يقود إلى استطالة العضلة. على أنه ينبغي أن ندرك أن الانقباض العضلي السالب يقود إلى زيادة الإصابة بالألم العضلي الذي يتمثل بالشعور بالألم عند تحريك العضلات بعد مرور يوم على إجراء التدريب السابق تقريباً.

كما أن استخدام سرعة تدريب عالية مقارنة بسرعة بطيئة يعطي حجم أكبر للعضلات، حيث تشير نتائج إحدى البحوث التي أجريت على مجموعة من الشباب في هذا الصدد إلى أن مساحة المقطع العرض للعضلات القابضة لمفصل المرفق (Flexors) وقوتهم العضلية كانتا أكبر من جراء تدريبات عضلية متحركة سالبة (Eccentric) باستخدام سرعات تدريب عالية (٣,٦ راد في الثانية) مقارنة باستعمال سرعات تدريب بطيئة (٠,٣٥ راد في الثانية)، مستخدمين أجهزة التدريب العضلي المتساوي السرعة (Isokinetic) لمدة ٨ أسابيع وبمعدل ٣ مرات في الأسبوع.

دور التضخم العضلي في زيادة القوة العضلية

من المعلوم أن تدريبات القوة العضلية بما في ذلك تدريبات الأثقال تؤدي إلى تنمية القوة العضلية لدى الفرد سواء كان ذكراً أو أنثى، ويعتقد أن الزيادة في القوة العضلية الناجمة من تدريبات القوة العضلية التي تدوم لفترة لا تزيد على عشرة أسابيع أو ما يقرب من ذلك، هي ناتجة بشكل رئيسي من مساهمة العوامل العصبية في تنمية القوة العضلية أكثر مما هي بسبب تضخم العضلات.

أما بعد مدة طويلة من مزاولة تدريبات القوة العضلية فإن الزيادة الإضافية الحاصلة حينئذ في القوة العضلية تعزى إلى زيادة حجم العضلة وتضخمها، كما هو موضحاً في الشكل البياني رقم (١). أي أن دور تضخم العضلة في تحسين القوة العضلية لا يظهر بوضوح إلا بعد فترة طويلة نسبياً من تدريبات القوة العضلية. غير أن دراسة حديثة نشرت في عام ٢٠٠٧م أُجريت على مجموعة من الأشخاص في مقتبل العمر (متوسط العمر كان ٢٠ سنة) أوضحت نتائجها، على عكس ما كان يعتقد سابقاً، أنه بعد ثلاثة أسابيع فقط من تدريبات الأثقال عالية الشدة حدثت زيادة في المقطع العرضي لمنتصف العضلة الرباعية للفخذ بلغ ٣,٥٪.



الشكل البياني رقم (١). دور كل من العوامل العصبية والتضخم العضلي في تنمية القوة العضلية نتيجة لتدريبات الأثقال (يمثل المحور الصادي مقدار التحسن في القوة العضلية).

المراجع

المراجع العربية

(١) الهـزاع، هـزاع محمـد. فـسيولوجيا الجهـد البـدني: الأسـس النظريـة والإجـراءات المعمليـة للقياسـات الفسيولوجية. الرياض: جامعة الملك سعود، ٢٠٠٨م.

المراجع الإنجليزية

(٢) Adams G, Cheng D, Haddad K, Baldwin K. Skeletal muscle hypertrophy in response to isometric, lengthening and shortening training bouts of equivalent duration. *J Appl Physiol* 2004; 96: 1613-1618.

(٣) American College of Sports Medicine. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

(٤) Astrand P, Rodahl K. *Textbook of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill Company, 1986.

(٥) Forthing J, Chilibeck P. The effects of eccentric and concentric training at different velocities on muscle hypertrophy. *Eur J Appl Physiol* 2003; 89: 578-586.

(٦) Fox E, Bowers R, Foss M. *The Physiological basis of Physical education and Athletics*. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1988.

(٧) Hakkinen K, Kraemer W, Newton R, Alen N. Changes in electromyographic activity, muscle fiber and force production characteristics during heavy resistance/power strength training in middle-aged and older men and women. *Acta Physiol Scand* 2001; 171: 51-62.

(٨) Hortobagyi T, Hill J, Houmard J, Fraser D, Lambart N, Israel R. Adaptive responses to muscle lengthening and shortening in humans. *J Appl Physiol* 1996; 80: 765-772.

obeikandl.com

(٩) Howley E, Franks D. *Health Fitness Instructor's Handbook*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2003.

(١٠) Martel G, Roth S, Ivey F, Lemmer J, Tracy B, Hurlbut D, Metter J Hurley B, Rogers M. Age and sex affect human muscle fiber adaptations to heavy-resistance strength training. *Ex Physiol* 2006; 91: 457-464.

(١١) Mayhew T, Rothestein J, Finucane S, Lamb R. Muscular adaptation to concentric and eccentric exercise at equal power levels. *Med Sci Sports Exerc* 1995; 27: 868-873.

(١٢) O'Hagan F, Sale D, MacDougall J, Garner S. Response to resistance training in young women and men. *Int J Sports Med* 1995; 16: 314-321.

(١٣) Seynnes O, de Boer M, Narici M. Early skeletal muscle hypertrophy and architectural changes in response to high-intensity resistance training. *J Appl Physiol* 2007; 102: 368-373.

(١٤) Shepstone T, Tang J, Dallaire S, Schuenke M, Staron R, Phillip S. Short-term high vs. low-velocity isokinetic lengthening training results in greater hypertrophy of the elbow flexors in young men. *J Appl Physiol* 2005; 98: 1768-1776.

(١٥) Sorace P, Lafntaine T. Resistance training muscle power. *ACSM's Health & Fitness Journal* 2005, 9 (2): 6-12.

(١٦) Tesch P. Skeletal muscle adaptation consequent to long-term heavy resistance exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1988; 20 (suppl): s 132- s 134.

(١٧) Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*. Campaign, IL: Human Kinetics, 1994, Chapter 3.

obeikandl.com

الفصل السابع عشر

تدريبات القوة العضلية لدى الأطفال: هل من خطورة؟

تدريبات القوة العضلية لدى الأطفال: هل هي آمنة؟

هل تبدو تدريبات القوة العضلية للأطفال والناشئة دون سن الرشد (أقل من ١٤ سنة) مأمونة؟ هذا ما تشير إليه أحدث الدراسات العلمية في هذا المجال، على أن ذلك لا يعني بالطبع أن تدريبات القوة بدون مخاطر تذكر لجميع الأطفال في كل الأوقات. وتشمل تدريبات تنمية القوة العضلية (أو ما يسمى بتمرينات المقاومة) استخدام الأثقال الحرة، أو أجهزة تدريبات الأثقال، أو الحبال المطاطية، أو استخدام وزن الجسم أو بعض منه كمقاومة، كما في حالة بعض التمرينات السويدية المعروفة.

في إحدى الدراسات تم فحص مجموعة من الذكور الذين شاركوا في برنامج لتدريبات القوة العضلية (باستخدام أجهزة تدريبات الأثقال) بمعدل ثلاث مرات في الأسبوع لمدة ١٤ أسبوعاً ومن ثم مقارنتهم بمجموعة ضابطة (أي مجموعة لا تقوم بإجراء أي تدريب على الإطلاق)، ولقد تم الحكم على مدى سلامة البرنامج التدريبي للأطفال عن طريق مراقبة كثير من العوامل المتغيرة أثناء التدريب وبعده، مثل عدد الإصابات الناتجة عن التدريب، ومدى خطورتها، وكذلك معدلات ضغط الدم الشرياني وضربات القلب، مع أخذ عينات من الدم وفحصها قبل التدريب وبعده. ولقد تم أيضاً تقييم مدى تأثير تدريبات القوة على النمو الجسمي والمرونة والأداء الحركي.

توضح نتائج الدراسة إلى أن جميع المفحوصين أظهروا زيادة في القوة العضلية، وكانت الإصابة الوحيدة الناتجة عن التدريب تنحصر في شد لأوتار عضلات الكتف، وتخلص الدراسة إلى القول أن ١٤ أسبوعاً من تدريبات القوة لدى الأطفال قبل سن الرشد لا تؤثر بأي شكل سلبي على نمو العظام أو حتى على التحام نهايات العظام الطويلة أو على العضلات أو على المرونة أو الأداء الحركي، غير أن الباحثين في هذه الدراسة يحذرون من تفسير نتائج هذه الدراسة بشكل يوحي بأن تدريبات القوة تعتبر دائماً مأمونة وخاصة عندما لا يتوافر فيها المراقبة الطبية الكافية.

وتشير نتائج دراسة أخرى أجريت على الأطفال قبل سن الرشد إلى تحسن القوة العضلية لديهم من جراء تدريبات قوة عضلية مقننة وملائمة لعمرهم، وخلصت الدراسة إلى أن الزيادة في القوة العضلية من جراء تدريبات

القوة العضلية لدى الأطفال قبل سن البلوغ تعزى لزيادة تنشيط الألياف العضلية وحشدها وليس إلى التضخم العضلي. ومن المعلوم أن تمرينات القوة العضلية قبل مرحلة البلوغ لا تؤدي إلى تضخم عضلي ملحوظ، على الرغم من التحسن المتوقع في القوة العضلية من جراء تلك التمرينات.

ومن الفوائد الناجمة عن تمرينات تقوية العضلات لدى الأطفال والناشئة زيادة كثافة العظام، وتنمية اللياقة العضلية لدى الطفل أو الناشئ، وتحسين أداءه البدني، وزيادة معدل الأيض في الراحة، والمساهمة في الوقاية من الإصابات الرياضية. ولا يوجد حالياً أي دلائل علمية تشير إلى أن برنامج تدريبات الأثقال لدى الناشئة تحت إشراف مختصين يمكن أن يؤثر سلباً على مقدار طول الجسم. ويبين الجدول رقم (١) بعض الإرشادات التي ينبغي أخذها بعين الاعتبار عند الشروع في برنامج تدريبات الأثقال المخصصة للأطفال والمراهقين.

الجدول رقم (١). إرشادات ينبغي مراعاتها في برامج تدريبات الأثقال للأطفال والناشئة.

العمر (سنة)	الإرشادات
٧ سنوات فما دون	– البدء بتمرينات تمهيدية بدون أثقال (أو البدء بأثقال خفيفة جداً). – تطوير مفهوم التدريب لديهم وتعليمهم أسلوب الأداء الصحيح. – الانتقال من التمرينات السويدية إلى تمرينات مع زميل، ثم الانتقال إلى استخدام الأثقال الخفيفة جداً، مع خفض حجم التدريب.
٨–١٠ سنوات	– زيادة عدد مرات التمرين بالتدريج مع التركيز على أسلوب الأداء. – من الممكن زيادة حجم التدريب بالتدريج وبحذر شديد، مع مراقبة مقدار تحملهم لتلك الزيادة.
١١–١٣ سنة	– تعليم الأطفال جميع أساليب الأداء وإتقانها. – الاستمرار في زيادة العبء تدريجياً مع التركيز على أسلوب الأداء. – تعليمهم تمرينات متقدمة نسبياً بدون أثقال أو بأثقال خفيفة جداً.
١٤–١٥ سنة	– الانتقال إلى تعلم تمرينات متقدمة في رفع الأثقال. – يمكن إضافة تمرينات مرتبطة برياضة ما، مع التركيز على أسلوب الأداء. – يمكن زيادة حجم التدريب بالتدريج.
١٦ فما فوق	– يمكن الانتقال الآن إلى برنامج المبتدئين الكبار بعد إتقان ما تم تعلمه في المراحل السابقة.

◆ في حالة دخول طفل جديد برنامج تدريبات الأثقال بدون المرور في المراحل الموضحة أعلاه، يمكن وضعه في المرحلة التي تسبق المرحلة العمرية له، ثم يتقدم في البرنامج التدريبي تباعاً للمراحل الأخرى بالتدريج.

المصدر: Kraemer W, & Fleck S, 1993

والجدير بالذكر أنه لا يوجد في السابق الكثير من المعلومات العلمية الدقيقة حول تأثير تدريبات القوة العضلية على النمو والتطور البدني للأطفال دون سن الرشد، كما يجدر الإشارة إلى أن الجمعيات العلمية والطبية

كالأكاديمية الأمريكية لطب الأطفال توصي بضرورة الإشراف على برامج تدريبات القوة لدى الأطفال من قبل اختصاصيين مؤهلين في وظائف أعضاء الجهد أو في الطب الرياضي.

بعض التوصيات المتعلقة بتدريبات القوة العضلية قبل سن الرشد:

١- ينبغي أن تكون أجهزة تدريبات الأثقال ملائمة للأطفال.

٢- ينبغي أن تتوفر في تلك الأجهزة كل وسائل السلامة والأمان.

٣- ينبغي أن يكون البرنامج التدريبي تحت إشراف مدرب مؤهل وملم بخصائص الأطفال الجسمية والبدنية.

٤- ينبغي أن تكون تدريبات الأثقال جزءاً من تدريبات متكاملة لتطوير جميع عناصر اللياقة البدنية للطفل وتحسين مهاراته الحركية.

٥- ينبغي أن يسبق تدريبات الأثقال القيام بإحماء كاف.

٦- لا يسمح برفع أثقال قصوى أو قريبة من القصوى من قبل الأطفال.

٧- تتكون المجموعة التدريبية (الجرعة) الواحدة من ٦-١٥ تكراراً، ويمكن أداء ما مقداره من ١-٣ مجموعات في كل تدريب.

٨- يتم زيادة المقاومة بمقدار ٠,٥ - ١,٥ كجم بعد انجاز ١٥ تكراراً بشكل متقن.

٩- على الأطفال والمراهقين تجنب المشاركة في منافسات رفع الأثقال أو بناء الأجسام قبل بلوغهم مرحلة الرشد.

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. فسيولوجيا الجهد البدني لدى الأطفال والناشئين. الرياض: الإتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٤١٧هـ.

المراجع الإنجليزية

(٢) American Academy of Pediatrics, Committee on Sports Medicine and Fitness. Strength training by children and adolescents. *Pediatrics* 2001; 107: 1470-1472.

(٣) Blimkie C. Resistance training during preadolescence. *Sports Med* 1997; 15: 389-407.

(٤) Blimkie C. Resistance training during pre- and early puberty: efficacy, trainability, mechanisms and persistence. *Can J Sport Sci* 1992; 17: 264-279.

(٥) Cahill B. (Ed). *Proceedings of the Conference on Strength Training and Prepubescent*. American Orthopedic Society for Sports Medicine, 1988.

(٦) Faigenbaum A, Micheli L. Youth strength training. *Current Comment*, American College of Sports Medicine, March 1998.

obeikandi.com

(٧) Faigenbaum A, Zaichkowsky L, Westcott W, Micheli L. Fehlandt A. The effects of a twice-a-week strength training program on children. Pediatr Exerc Sc 1993, 5: 339-346.

(٨) Fleck S, Falkel J. Value of resistance training for the reduction of sports injuries. *Sports Med* 1986; 3: 61-68.

(٩) Kraemer W, Fleck S. *Strength Training for Youth Athletes*. Champaign, Il: Human Kinetics, 1993.

(١٠) Ozmun J, Mikesky A, Surburg P. Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. *Med Sci Sports Exerc* 1994, 26: 510-514.

(١١) Ramsay J, Blimkie C, Smith K, Garner S, MacDougall J, Sale D. Strength training effects in prepubescent boys. Issues and controversies. *Med Sci Sports Exerc* 1990, 22: 605-614.

(١٢) Weltman A, Janney C, Rians C, Strand B, et al. The effects of hydraulic resistance strength in prepubertal males. *Med Sci Sports Exerc* 1986, 18: 629-638.

(١٣) Wilmore J, Costill D. *Physiology of Exercise and Sports*. Champaign, Il: Human Kinetics, 1994: 400-421.

obeikandl.com

الفصل الثاني عشر

ضربات القلب لدى الإنسان: معدلاتها ودلالاتها في الجهد البدني والتدريب

مقدمة

منذ القدم وضربات القلب لها دلالاتها لدى الإنسان، فنكاد نجزم أن أول معلومة عرفها الإنسان عن وظائف جسمه كانت تلك المتعلقة بدقات قلبه (أو نبض قلبه). فالإنسان عرف منذ أمد بعيد أن معدل ضربات قلبه يزداد عندما يتملكه الخوف، وأدرك أنها تصبح مرتفعة جداً عند قيامه بنشاط بدني، كالكر أو الفر، أو أثناء مطاردة الفريسة، كما أنه أيقن تمام اليقين أن ضربات القلب تختفي تماماً عند موت الإنسان. كل هذه المعارف والمعلومات (الإكلينيكية إن صح التعبير) عرفها الإنسان قبل اختراع السماعة الطبية أو جهاز تخطيط القلب، بل قبل معرفته الطبابة. في هذه المقالة، نحاول أن نستعرض بشكل مبسط (إلى حد ما) كل ما ينبغي للقارئ أن يعرفه عن ضربات القلب لدى الإنسان وما يحيط بها من معلومات ويكتنفها من أسرار.

ماذا تعني ضربات القلب؟

إن ضربات القلب تعني محصلة انقباض عضلة القلب، والذي ينتج عنه ضخ الدم إلى كل من الرئتين وأجهزة الجسم المختلفة. والمعروف أن القلب يتكون من أربع غرف (أو حجرات)، بطينين وأذينين. ويعزى لانقباض البطينين عملية ضخ الدم عبر الشرايين إلى كل من الرئتين وبقية أجهزة الجسم. إن انقباض عضلة القلب يتم بتناغم عجيب، وبفعل خاصية عضلات القلب التي تسمح باستقبال الموجات الكهربائية التي تنبعث من عقدة محددة تقع في الجزء العلوي من الأذين الأيمن، ومن ثم توصيلها إلى بقية أجزاء القلب. وتتحكم هذه العقدة التي تسمى بالعقدة الجيبية بمعدل انبعاث الموجات الكهربائية التي تقود لاحقاً إلى عملية انقباض عضلة القلب. وتخضع هذه العقدة لتأثير الإشارات العصبية السمبثاوية ونظير السمبثاوية الصادرة من الدماغ. وتؤدي زيادة النشاط العصبي السمبثاوي إلى زيادة ضربات القلب وتسارعها، بينما تقود زيادة النشاط العصبي نظير السمبثاوي إلى خفض ضربات القلب وتثبيطها.

ولضربات القلب دلالاتها في الصحة وفي المرض. فانخفاض معدل ضربات القلب في الراحة أو تجاوزها حدود معينة له دلالاته المرضية. كما أن عدم انتظام ضربات القلب أو ضعف النبض له أيضاً دلالته الإكلينيكية. أما معرفة معدل ضربات القلب القصوى للفرد أثناء الجهد البدني الأقصى، ومدى وصولها إلى المعدل المتوقع للشخص تبعاً للعمر، فتعين في التنبؤ بالحالة الصحية للقلب. بالإضافة إلى ما سبق، فإن ضربات القلب تستخدم في وصفة النشاط البدني، سواء لتنمية الصحة أو تحسين اللياقة البدنية، للعامة وللمرضى وللرياضيين على حد سواء، كما سنرى لاحقاً.

كيفية قياس معدل ضربات القلب؟

يتم قياس معدل ضربات القلب بالعديد من الوسائل التي تتراوح من البسيط جداً إلى الأكثر كلفة وتعقيداً ومن أكثر الوسائل استخداماً في قياس أو تقدير معدل ضربات القلب ما يلي:

استخدام السماعة الطبية

في هذه الطريقة يمكن لنا سماع ضربات القلب مباشرة أثناء انقباض عضلة القلب وانبساطها. ويعد الفراغ بين الضلعي الثالث في الجهة اليسرى من القلب هو أفضل موقع لسماع دقات القلب بوضوح. إلا أن سماعة الطبيب ليست فقط لقياس معدل ضربات القلب، بل أن الغرض الأساسي للسماعة هو سماع أصوات القلب، وهي الأصوات التي يحدثها مرور الدم عبر صمامات القلب المختلفة.

بواسطة جهاز تخطيط القلب الكهربائي

يمكن الاستدلال بدقة على معدل ضربات القلب من خلال قراءة تخطيط القلب، بواسطة جهاز تخطيط القلب الكهربائي. وتكمن عملية تخطيط القلب في أن القلب يصدر موجات كهربائية تنبعث من عقدة متخصصة هي العقدة الجيبية، موجودة في الجزء العلوي من الأذين الأيمن. ونظراً لأن العقدة الجيبية هي التي تصدر الموجات الكهربائية إلى بقية أجزاء القلب المختلفة، فهي تسمى ضابط إيقاع القلب. وعند وضع مجسات (لاقطات) في أماكن محددة على الصدر، فإنه يمكن التقاط هذه الموجات الكهربائية الصادر من العقدة الجيبية والمنتشرة عبر أجزاء القلب، وبالتالي رسمها على جهاز تخطيط القلب. وتخطيط القلب يعطي معلومات أخرى عن حالة القلب، وخاصة ما يتعلق بتروية شرايين القلب التاجية بالدم. ويوجد حالياً في الأسواق بعض الأجهزة القادرة على التقاط الموجات الكهربائية وتحويلها رقمياً على شاشة، يمكننا من خلالها قراءة معدل ضربات القلب مباشرة من على شاشة الجهاز.

بواسطة تحسس نبض القلب

يمكن معرفة معدل ضربات القلب بسهولة ويسر من خلال تحسس نبض القلب، حيث من المعروف أن ضخ الدم بواسطة القلب إلى أجزاء الجسم يتم على هيئة نبضات تعقب ضربات القلب، وعليه يمكننا تحسس هذا النبض

الدموي عبر الشرايين عند وضع إصبعين أو ثلاثة على شرايين معينة في الجسم وبالتالي تقدير معدل ضربات القلب. ومن أهم المواقع التي يمكن من خلالها تحسس النبض هما موقع الشريان السباتي الموجود على جانبي الرقبة، والشريان الكعبري الموجود فوق عظمة الكعبرة عند مفصل الرسغ.

ويتم قياس نبض الدم بالضغط برفق على موقع الشريان بإصبعين أو ثلاثة من أصابع اليد حتى الشعور بالنبض، ثم بعد ذلك حساب عدد مرات النبض في مدة عشر ثواني ثم ضرب الناتج في ٦ حتى نحصل على معدل النبض في الدقيقة (أو حسابها في ١٥ ثانية ثم ضرب الناتج في ٤).

معدل ضربات القلب في الراحة

تبلغ ضربات القلب في الراحة أعلاها لدى المولود حديثاً ثم تتناقص بالتدريج مع التقدم في العمر. فعلى سبيل المثال، يبلغ معدل ضربات القلب أثناء الراحة لدى الطفل في عمر ٤ سنوات من ١٠٠ – ١١٠ ضربة في الدقيقة، ثم تنخفض تدريجياً مع التقدم في العمر لتصل إلى ما يعادل ٧٠ – ٨٠ ضربة في الدقيقة لدى الشخص السليم غير الرياضي في العشرين من عمره. ويعني ذلك أن القلب يدفع كمية محددة من الدم في كل ضربة من ضرباته (تبلغ هذه الكمية حوالي ٦٠ مليلتر للذكر البالغ المتوسط الحجم). وبحساب مجمل عدد ضربات القلب في الراحة لدى الشخص السليم نجد أنها تتجاوز ١٠٠ ألف ضربة في اليوم الواحد (أي أكثر من ٣٧ مليون ضربة في السنة).

ويوضح الجدول رقم (١) معدلات ضربات القلب في الراحة لدى الإنسان مقارنة بضربات القلب لدى بعض الحيوانات، ويبدو بشكل عام أنه كلما ازداد حجم الجسم تبعاً لنوع الكائن انخفضت ضربات قلبه.

الجدول رقم (١). معدلات ضربات القلب في الراحة لدى الإنسان مقارنة ببعض الحيوانات.

النوع	معدل ضربات القلب (ضربة/دقيقة)
الإنسان غير الرياضي	٧٠ – ٨٠
الإنسان الرياضي	٤٠ – ٦٠
الحوت	١٥
الفيل	٢٥
الحصان	٢٥ – ٣٠
القط	١٥٠
الأرنب	٢٢٠
الفأر	٥٠٠ – ٦٠٠
الطائر الطنان (أثناء الطيران)	١٠٠٠

والمعروف أن تجاوز ضربات القلب في الراحة لدى الشخص البالغ معدل ١٠٠ ضربة في الدقيقة يدعى حالة تسارع في ضربات القلب (خفقان)، بينما نقصان معدل ضربات القلب عن ٦٠ ضربة في الدقيقة يسمى بطء ضربات القلب. إلا أن التدريب البدني المنتظم يقود إلى تكيف في عضلة القلب مما يؤدي إلى رفع كفاءة القلب، وبالتالي انخفاض طبيعي في عدد ضرباته في الراحة. لهذا نجد أن بعض رياضيي التحمل (مثل الماراثون) تنخفض لديهم ضربات القلب في الراحة لتصل إلى ما دون الخمسين ضربة في الدقيقة.

وهناك العديد من العوامل والمؤثرات التي من الممكن لها التأثير عل معدل ضربات القلب سواء في الراحة أو أثناء الجهد البدني. ويظهر الجدول رقم (٢) وصفاً لتلك العوامل ونوعية التأثير. كما أن بعض الأدوية يمكنها أن تؤثر على معدل ضربات القلب. فمثلاً تؤدي الأدوية المسماة "حاصرات بيتا"، والتي توصف لبعض مرضى القلب، إلى خفض معدل ضربات القلب في الراحة وأثناء الجهد البدني.

الجدول رقم (٢). العوامل المؤثرة على معدل ضربات القلب، التي ينبغي أخذها بالحسبان عند قياس ضربات القلب في الراحة وأثناء الجهد البدني.

العامل	التأثير	
	في الراحة	أثناء الجهد البدني
ارتفاع درجة الحرارة الخارجية	↑	↑
ارتفاع الرطوبة النسبية	↑	↑
ارتفاع مستوى الضجيج	↑	-
المرتفعات (عن سطح البحر)	↑	↑
الحرمان من النوم	↑	↑
تناول وجبة غذائية دسمة	↑	↑
التوتر النفسي	↑	↑ إلى حد أقل
ارتفاع حرارة الجسم الداخلية	↑	↑
تحسن اللياقة البدنية	↓	↓
وضع الجسم أفقياً (مقارنة بالجلوس)	↓	↓
التقدم في العمر	↓	↓

↑ ارتفاع معدل ضربات القلب ↓ انخفاض معدل ضربات القلب

معدل ضربات القلب أثناء الأنشطة البدنية المختلفة

من المعروف أن معدل ضربات القلب يرتفع أثناء ممارسة النشاط البدني، ويعتمد مقدار الارتفاع على شدة الجهد البدني المبذول، وعلى نوعية النشاط الممارس. ففي الأنشطة التي يتم فيها استخدام كتلة عضلية صغرى من

الجسم (مثل الذراعين فقط) فإن ضربات القلب لا يمكن أثناءها أن تبلغ أقصاها، مقارنة بتلك التي يتم فيها استخدام كتلة عضلية كبرى (مثل الفخذين والساقين).

ومن أمثلة الأنشطة البدنية التي يتم فيها استخدام كتلة عضلية كبرى: الهرولة والجري وصعود الدرج وركوب الدراجة. أما في رياضة كالسباحة والتي يتم فيها توظيف كتلة عضلية كبرى، فإن ضربات القلب القصوى لا تصل خلالها إلى مستوى ما تصل إليه أثناء الجري. و يعزى ذلك إلى أسباب عديدة من أهمها اختلاف وضع الجسم أثناء السباحة عنه أثناء الجري، وبالتالي سهولة عودة الدم الوريدي إلى القلب أثناء السباحة، مما يجعل القلب يضخ كمية أكبر من الدم في كل ضربة من ضرباته.

كما أن هناك أنشطة بدنية أخرى توظف الانقباض العضلي الثابت (مثل رفع الأثقال وبناء الأجسام وبعض رياضات الدفاع عن النفس) تقود إلى ارتفاع ضغط الدم الشرياني بصورة أكبر مما يحدث في الأنشطة التي تسمى حركية، مثل الجري أو المشي. في هذا النوع من الرياضات (التي توظف الانقباض الثابت) لا تصل ضربات القلب عادة إلى مستوى مرتفع، على الرغم من ارتفاع العبء الملقى على القلب من جراء ممارسة هذا النوع من الرياضة (العبء الملقى على القلب هو مزيج من ارتفاع ضربات القلب وارتفاع ضغط الدم الشرياني، وفي هذا النوع من الرياضة يكون العبء الملقى على القلب هو بسبب ارتفاع ضغط الدم بصورة أكبر).

وعلى العكس من ذلك، فإن الأنشطة الحركية مثل المشي والهرولة والجري والسباحة وما شابه ذلك لا تؤدي إلى ارتفاع ملحوظ في ضغط الدم الشرياني عند ممارستها بشدة معتدلة. ويوضح الجدول رقم (٣) بيانات لمتوسطات ضربات القلب لرياضيين سعوديين أثناء ممارستهم لبعض الأنشطة الرياضية. ويظهر بوضوح الفرق بين استجابة ضربات القلب للأنشطة الرياضية الحركية مثل الجري وكرة القدم مقارنة بالأنشطة الرياضية التي يتم فيها استخدام الانقباض العضلي الثابت كرياضتي رفع الأثقال وبناء الأجسام، التي نلاحظ أنها تنخفض إلى مستويات دنيا لكنها لا تصل في أقصاها إلى معدلات قريبة من ضربات القلب القصوى.

الجدول رقم (٣). مستويات ضربات القلب في الدقيقة للرياضيين السعوديين أثناء بعض الأنشطة الرياضية.

نوع الرياضة	متوسط ضربات القلب	أعلى ضربات للقلب
جري مسافات طويلة	١٨٣	١٩٣
اسكواش	١٧٣	١٨٩
بناء الأجسام	١٢٧	١٦١
رفع الأثقال	١٢٩	١٥٦
كرة القدم	١٦٥	١٩٢

البيانات من مصادر متعددة للمؤلف (انظر إلى مرجع رقم ٥).

معدل ضربات القلب القصوى

يعد معدل ضربات القلب من المؤشرات المهمة التي يمكن من خلالها الاستدلال على شدة العبء الملقى على الجسم أثناء الجهد البدني. فضربات القلب ترتفع بصورة مطردة مع زيادة الجهد البدني، إلى أن تصل أقصى معدل لها أثناء الجهد البدني الأقصى. وفي المعتاد فإن معدل ضربات القلب القصوى تصل لدى الشاب السليم إلى حوالي ٢٠٠ ضربة في الدقيقة. ومع التقدم في العمر بعد العشرينات تنخفض ضربات القلب القصوى تدريجياً وبمعدل يصل إلى حوالي ضربة في الدقيقة كل سنة. أي حوالي ١٠ ضربات كل عقد من الزمن. ويوضح الجدول رقم (٤) وصفاً لمعدلات ضربات القلب القصوى لدى مجموعات من السعوديين الذكور اللذين أجري لهم اختبار الجهد البدني التدرجي الأقصى، باستخدام السير المتحرك أو دراجة الجهد الثابتة. ويظهر بوضوح تناقص معدلات ضربات القلب القصوى مع التقدم في العمر بعد سن العشرين من العمر. كما يتضح من الجدول أن هناك مدى في حدود ١٠-١٥٪ بين الأفراد في ضربات القلب القصوى.

ونظراً لتأثر ضربات القلب القصوى بالعمر، فإنه يمكن تقديرها باستخدام معادلات تقديرية (تنبؤية) تعتمد على معرفة عمر الإنسان فقط. ويوضح الجدول رقم (٤) وصفاً لبعض المعادلات الشائعة الاستخدام في تقدير ضربات القلب القصوى. ومن أسهل هذه المعادلات هي تلك التي يتم فيها طرح عمر الشخص من الرقم ٢٢٠. وتعد المعادلة الخامسة في الجدول رقم (٥) معادلة حديثة نشرت في عام ٢٠٠١م، في مجلة الكلية الأمريكية لطب القلب، وتم في هذه الدراسة مراجعة ٣٥١ بحثاً علمياً تضمنت أكثر من ١٨ ألف مفحوص، وخلصت هذه الدراسة أيضاً إلى عدم وجود فروق ملحوظة بين الذكور والإناث في عملية التقدير.

الجدول رقم (٤). معدلات ضربات القلب القصوى في الدقيقة لدى السعوديين الذكور في نهاية جهد بدني أقصى.

العمر (بالسنوات)	معدل ضربات القلب القصوى	المدى	وسيلة الإجهاد
٩-٧	١٩٤	٢١١-١٨١	السير المتحرك
١١-٩	١٩٩	٢١٤-١٨٢	السير المتحرك
١٣-١١	١٩٨	٢١١-١٨٢	السير المتحرك
١٥-١٣	١٩٩	٢١٢-١٨٤	السير المتحرك
٢٥-١٨	١٩١	٢١١-١٧٥	السير المتحرك
٢٣-٢٠	١٨٧	٢٠٢-١٧٤	دراجة الجهد
٢٩-٢٠	١٨٣	٢٠١-١٦٦	دراجة الجهد
٣٩-٣٠	١٧٨	١٩٤-١٦٤	دراجة الجهد
٤٩-٤٠	١٧١	١٩٠-١٥٨	دراجة الجهد

البيانات من نتائج دراسات متعددة أجريت في مختبر فسيولوجيا الجهد البدني بجامعة الملك سعود.

الجدول رقم (٥). بعض المعادلات المستخدمة في تقدير ضربات القلب القصوى من خلال العمر.

رقم المعادلة	وصف المعادلة
المعادلة الأولى	ضربات القلب القصوى = ٢٢٠ — العمر (بالسنوات)
المعادلة الثانية	ضربات القلب القصوى = ٢١٠ — (٠,٦٥ × العمر بالسنوات)
المعادلة الثالثة	ضربات القلب القصوى = ٢٠٠ — (٠,٥٠ × العمر بالسنوات)
المعادلة الرابعة	ضربات القلب القصوى = رجال: ٢٠٩ — (٠,٨٦ × العمر بالسنوات) نساء: ٢٠٧ — (٠,٧٨ × العمر بالسنوات)
المعادلة الخامسة	ضربات القلب القصوى= ٢٠٨ — (٠,٧ × العمر بالسنوات)

المعادلة الثالثة أكثر ملائمة للبدناء. المعادلات من مصادر متعددة (انظر إلى مرجع رقم ٦).

تأثير التدريب البدني على ضربات القلب

يقود التدريب البدني المنتظم إلى جملة من التغيرات الوظيفية الإيجابية للعديد من أجهزة الجسم المختلفة بما في ذلك القلب والأوعية الدموية. ويظهر هذا التحسن في كفاءة القلب على شكل انخفاض في ضربات القلب في الراحة، وانخفاض في ضربات القلب أثناء الأنشطة البدنية غير القصوى (أي أن جهداً بدنياً محدداً يؤدي إلى رفع ضربات القلب بعد التدريب بدرجة أقل مما هو عليه قبل التدريب). وهذا التكيف الناتج من جراء التدريب البدني يعني أن القلب أصبح قادراً على ضخ الكمية نفسها من الدم إلى العضلات بضربات قلب أقل.

أما ضربات القلب القصوى فلا يعتقد أنها تتأثر كثيراً بالتدريب البدني، فهي قد تنخفض قليلاً جداً أو لا تتأثر على الإطلاق. وهذا يتيح احتياطاً أكبر لضربات القلب أثناء الجهد البدني دون الأقصى بعد التدريب مقارنة بما قبل التدريب، واحتياطي ضربات القلب يساوي ضربات القلب القصوى مطروحاً منها ضربات القلب أثناء الجهد البدني.

وصفة النشاط البدني وضربات القلب

نظراً لأن معدل ضربات القلب، كما عرفنا، يعد مؤشراً جيداً للعبء الملقى على القلب وبالتالي على الجسم، ونظراً لسهولة قياس (أو تقدير) ضربات القلب بأجهزة بسيطة وغير مكلفة، فإنها تستخدم كثيراً في وصفة النشاط البدني، سواء للأصحاء أو للمرضى.

والمعروف أنه ينبغي لاكتساب اللياقة البدنية أو الحصول على الفائدة الصحية من جراء ممارسة النشاط البدني، أن تكون شدة النشاط البدني عند حد معين من ضربات القلب. كما أن ضبط شدة النشاط البدني الممارس بناء على معدل ضربات القلب يحول دون تجاوز الحدود الموصى بها من الشدة، وبالتالي يجنب الشخص من إجهاد نفسه أثناء الممارسة، وخاصة للمبتدئين منهم. ولهذا يتم عند وصفة النشاط البدني للأفراد استخدام ضربات القلب

المستهدفة، وهي المدى من ضربات القلب التي ينبغي ممارسة النشاط البدني عندها (أي ليس عند أقل منها وبدون تجاوزها). فانخفاض ضربات القلب دون مستوى ضربات القلب المستهدفة يعني عدم الحصول على الفائدة الصحية المثلى، كما أن تجاوز الحد الأعلى لضربات القلب المستهدفة يعني تعريض الممارس للإجهاد غير المرغوب فيه. بمعنى آخر فإن ضربات القلب المستهدفة هي المستوى الأمثل والآمن للممارسة.

وتبعاً للتوصيات العلمية، فإن ضربات القلب المستهدفة يجب أن لا تقل عن ٦٥٪ من ضربات القلب القصوى (للمبتدئين يمكن البدء بنسبة ٥٥٪) وأن لا تتجاوز ٩٠٪ من ضربات القلب القصوى. وكمثال توضيحي، لنفترض أن شخصاً عمره ٤٠ سنة ويرغب في ممارسة النشاط البدني الكفيل بتحسين كفاءة القلب والرئتين لديه (أي تنمية اللياقة القلبية التنفسية)، فما هي ضربات قلبه المستهدفة؟ في البداية نقوم بتقدير ضربات قلبه القصوى والتي تبلغ ١٨٠ ضربة في الدقيقة (٢٢٠ – العمر بالسنوات)، ثم نقوم بعد ذلك بحساب الحد الأدنى من ضربات قلبه المستهدفة كالتالي:

٦٥ ٪ × ١٨٠ = ١١٧ ضربة في الدقيقة.

ثم نختار نسبة ١٠٪ فوق هذا الحد، أي ٧٥ ٪، ونحسب الحد الأعلى لضربات القلب المستهدفة على النحو التالي:

٧٥ ٪ × ١٨٠ = ١٣٥ ضربة في الدقيقة.

لاحظ أن كلا الحدين الأدنى والأعلى لضربات القلب المستهدفة هما ضمن الحدود الموصى بها (٦٥ – ٩٠٪ من ضربات القلب القصوى). وعليه ، فإن ضربات القلب المستهدفة لهذا الشخص هي بين ١١٧ و ١٣٥ ضربة في الدقيقة، أي أن عليه ممارسة نشاط بدني بشدة تقود إلى رفع ضربات قلبه إلى ١١٧ ضربة في الدقيقة أو أكثر، على أن لا تتجاوز ١٣٥ ضربة في الدقيقة.

بالإضافة إلى ما سبق يمكن وصفة النشاط البدني تبعاً للنسبة من احتياطي ضربات القلب، وتبعاً للتوصيات العلمية فإن ضربات القلب المستهدفة طبقاً للنسبة من احتياطي ضربات القلب ينبغي أن لا تقل عن ٥٠٪ من احتياطي ضربات القلب (للمبتدئين يمكن البدء بنسبة ٤٠٪) وأن لا تتجاوز ٨٥٪ من احتياطي ضربات القلب، ولتحديد ضربات القلب المستهدفة طبقاً للنسبة من احتياطي ضربات القلب نقوم أولاً بحساب احتياطي ضربات القلب على النحو التالي:

احتياطي ضربات القلب = ضربات القلب القصوى– ضربات القلب في الراحة

ويتم بعد ذلك ضرب النسبة المستهدفة في مقدر احتياطي ضربات القلب ثم إضافة معدل ضربات القلب في الراحة إلى الناتج لنحصل على ضربات القلب المستهدفة، وفي حالة استخدامنا المثال السابق مع معرفتنا لمعدل

ضربات القلب في الراحة لدى ذلك الشخص على أنها ٨٠ ضربة في الدقيقة، فسيكون حساب ٦٠–٧٠٪ من احتياطي ضربات القلب على النحو التالي:

احتياطي ضربات القلب = ١٨٠– ٨٠ = ١٠٠ ضربة في الدقيقة

٦٠٪ من احتياطي ضربات القلب = (٠,٦٠ × ١٠٠) + ٨٠ = ١٤٠ ضربة في الدقيقة

٧٠٪ من ضربات القلب القصوى = (٠,٧٠ × ١٠٠) + ٨٠ = ١٥٠ ضربة في الدقيقة

إذاً، تصبح ضربات القلب المستهدفة تتراوح من ١٤٠–١٥٠ ضربة في الدقيقة.

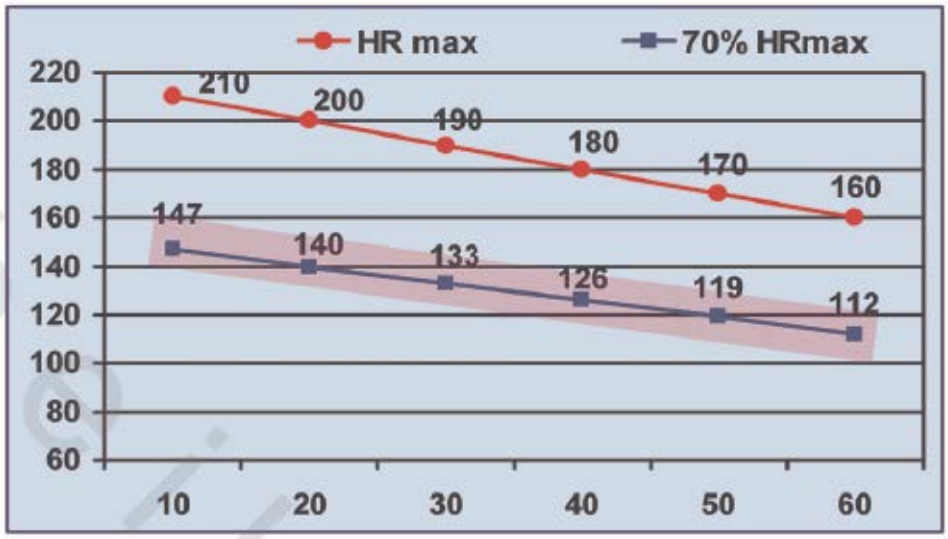
ويوضح الجدول رقم (٦) تصنيفاً لشدّة الجهد البدني تبعاً للنسبة من ضربات القلب القصوى أو من احتياطي ضربات القلب، ويتبين من الجدول أن شدة الجهد البدني المعتدل على سبيل المثال تعادل حوالي ٤٠–٦٠٪ من احتياطي ضربات القلب، لكن الشدة المعتدلة كنسبة من ضربات القلب القصوى تساوي ٦٤–٧٦٪، أما الشدة العالية فتعادل ٦٠–٨٤٪ من احتياطي ضربات القلب، لكنها تساوي ٧٧–٩٣٪ كنسبة من ضربات القلب القصوى. وما ذلك الاختلاف إلا نتيجة لأن طريقة النسبة من احتياطي ضربات القلب تأخذ في الحسبان معدل ضربات القلب في الراحة.

أما الشكل البياني رقم (١) فيوضح معدلات ضربات القلب القصوى المتوقعة تبعاً للعمر (من ١٠ سنوات إلى ٦٠ سنة) بناء على تقديرها من المعادلة التالية: ٢٢٠– العمر بالسنوات. ويظهر في الشكل خط انحداري آخر يمثل ضربات القلب المستهدفة عند ٧٠٪ من ضربات القلب القصوى، وهو يتناقص مع التقدم في العمر كما هو الحال في معدل ضربات القلب القصوى، ويغطي الخط الانحداري قطاع مظلل يمثل مدى مقداره ١٠٪ (الحد الأدنى يساوي ٦٥٪ والحد الأعلى يساوي ٧٥٪ من ضربات القلب القصوى).

الجدول رقم (٦). تصنيف شدة الجهد البدني تبعاً للنسبة من احتياطي ضربات القلب أو النسبة من ضربات القلب القصوى.

شدة الجهد البدني	النسبة من احتياطي ضربات القلب القصوى	النسبة من ضربات القلب القصوى
خفيف جداً	أقل من ٢٠ ٪	أقل من ٥٠ ٪
خفيف	٢٠–٣٩ ٪	٥٠– ٦٣ ٪
معتدل	٤٠–٥٩ ٪	٦٤–٧٦ ٪
عال	٦٠–٨٤ ٪	٧٧–٩٣ ٪
عال جداً	٨٥ ٪ فما فوق	٩٤ ٪ فما فوق
أقصى	١٠٠ ٪	١٠٠ ٪

المصدر: Howely E. *Med Sci Sports Exerc*, 2001.



الشكل البياني رقم (١). ضربات القلب القصوى تبعاً للعمر (٢٢٠– العمر)، ويظهر في الرسم خط انحداري يوازي ٧٠٪ من ضربات القلب القصوى (اللون الأزرق). الشريط المظلل حول ضربات القلب المستهدفة هو مدى (Range) يمثل ٦٥–٧٥٪ من ضربات القلب القصوى٪.

(المصدر: الهزاع، هزاع محمد. فسيولوجيا الجهد البدني: الأسس النظرية والإجراءات المعملية للقياسات الفسيولوجية، الرياض: مطابع جامعة الملك سعود، ٢٠٠٨م).

ملحوظة: جزء كبير من هذا الفصل مقتبس من كتاب فسيولوجيا الجهد البدني: الأسس النظرية والإجراءات المعملية للقياسات الفسيولوجية، للمؤلف، إصدارات جامعة الملك سعود، ٢٠٠٩م.

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. تجارب معملية في وظائف أعضاء الجهد البدني. الرياض: جامعة الملك سعود، ١٤١٣هـ.

(٢) الهزاع، هزاع محمد. فسيولوجيا الجهد البدني لدى الأطفال والناشئين. الرياض: الإتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٤١٧هـ.

(٣) الهزاع، هزاع محمد. فسيولوجيا الجهد البدني: الأسس النظرية والإجراءات المعملية للقياسات الفسيولوجية، الرياض: مطابع جامعة الملك سعود، ٢٠٠٨م.

(٤) الهزاع، هزاع محمد. العبء الملقى على الجهاز القلبي التنفسي أثناء دروس التربية البدنية في المرحلة الابتدائية: هل يكفي لتحقيق اللياقة القلبية التنفسية؟ الرياض: مركز البحوث التربوية، كلية التربية، جامعة الملك سعود. ١٩٩٥م.

(٥) الهزاع، هزاع محمد. ضربات القلب أثناء الأنشطة الرياضية. الدورية السعودية للطب الرياضي، ١٩٩٨م، ٢ (٤): ٢٩-٣٩ ع.

(٦) الهزاع، هزاع محمد، وعبد الرحمن الحويكان. اختبار الجهد البدني التدرجي مع قياس الوظائف القلبية التنفسية: أداة إكلينيكية مهمة. الدورية السعودية للطب الرياضي، ٢٠٠٢م، ٦ (١): ١٤ ع-٢٦ ع.

(٧) الهزاع، هزاع محمد، وخالد المزيني. معدل ضربات القلب أثناء دروس التربية البدنية في المرحلة المتوسطة: دراسة على التلاميذ في مدينة الرياض. مجلة جامعة الملك سعود (العلوم التربوية)، ١٤١٩هـ، ١١(١): ١-١٥.

(٨) الهزاع، هزاع محمد، وآخرون. التأثيرات الفسيولوجية لفقدان السوائل لدى ناشئي كرة القدم أثناء الجهد البدني في الجو الحار. الدورية السعودية للطب الرياضي، ١٤٢٠هـ، ٣(٢): ١٢- ٢٥ ع.

المراجع الإنجليزية

(٩) Al-Hazzaa H. Heart rate telemetry of school children during physical education lesson. In: Chan K, ed. *Sports, Medicine and Health*. Hong Kong, 1992, 23-26.

(١٠) Al-Hazzaa H. Physiological profile of Saudi college-male subjects. In: *Sports Medicine and Health*, G. Hermans and W. Mosterd (eds), Amsterdam: Elsevier Science Publishers, 1990: 747-752.

(١١) Al-Hazzaa H. Maximal oxygen uptake, ventilatory anaerobic threshold, and endurance running performance in elite Saudi distance runners. *Saudi Med J* 1995; 16: 545-551.

(١٢) Al-Hazzaa H. Physical activity, fitness and fatness among Saudi children and adolescents: implications for cardiovascular health. *Saudi Med J* 2002; 23: 144-150.

(١٣) Al-Hazzaa H. Development of cardiorespiratory function in Saudi boys: A cross sectional analysis. *Saudi Med J* 2001; 22: 875-881.

(١٤) Al-Hazzaa H, Chukwuemeka A. Echocardiographic dimensions and maximal oxygen uptake in Saudi elite soccer players. *Saudi Med J* 2001; 22: 320-325.

(١٥) Al-Hazzaa H, Sulaiman M. Maximal oxygen uptake and daily physical activity in 7-to-12 year-old boys. *Pediatr Exerc Sci* 1993; 5: 357-366.

(١٦) Al-Hazzaa H, Al-Ghamidi A, Al-Harby M. Heart rate telemetry and aerobic power in obese and lean boys. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: S 531.

(١٧) Al-Hazzaa H, Al-Refaee S, Sulaiman M, et al. Energy demand and fluid loss during youth soccer. In: *Science and Football*, O'Hata N. (ed.), Tokyo: Japan, Asian Football Confederation, 1995: 310-325.

(١٨) Al-Hazzaa, H, et al. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer players. *J Sports Medicine Physical Fitness* 2001; 41: 54-61.

(١٩) Al-Hazzaa H, et al. Cardiorespiratory responses of adolescent boys to treadmill and arm ergometry: Effect of training specificity. *Pediatric Exercise Science* 1998; 10: 264-276.

(٢٠) Al-Howaikan A, Al-Hazzaa H, et al. Peak cardiorespiratory data in healthy Saudi males. *Proceedings of the Saudi Heart Association Annual Meeting*, Riyadh, Feb. 2002.

(٢١) American College of Sports Medicine. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

(٢٢) Astrand P, Rodahl K. *Textbook of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill Company, 1977.

(٢٣) Chukwuemeka A, Al-Hazzaa H. Physiological assessment of Saudi Athletes. *J Sports Med Physical Fitness* 1992; 32: 164-169.

(٢٤) Fairbarn M, Blackie S, McElvaney N, et al. Prediction of heart rate and oxygen uptake during incremental and maximal exercise in healthy adults. *Chest* 1994; 105; 1365-1369.

(٢٥) Fox E. *Sport Physiology*. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1979.

(٢٦) Gellish R, Goslin B, Olson R, McDonald A, Russi G, Moudgil V. Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 822-929.

(٢٧) Gretebeck R, Montoye H, Ballor D, Montoye A. Comment on heart rate recording in field studies. *J Sports Med Phys Fitness* 1991; 31: 629-631.

(٢٨) Hoffman J. *Norms for Fitness, Performance and Health*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2006.

(٢٩) Howley E. Type of activity: Resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Med Sci Sports Exerc* (Suppl) 2001; 33: S 364-S 369.

(٣٠) Howley E, Franks D. *Health Fitness Instructor's Handbook*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2003.

(٣١) Karvonen J, Chwlbinska-Moneta J, Saynajakangas S. Comparison of heart rate measured by ECG and microcomputer. *Phys Sportsmed* 1984; 12(6): 65-69.

(٣٢) Karvonen J, Vuorimaa T. Heart rate and exercise intensity during sports activities-practical application. *Sports Med* 1988; 5: 303-312.

(٣٣) Leger L, Thivierge M. Heart rate monitors: validity, stability, and functionality. *Phys Sportsmed* 1988; 16 (5): 143-151.

(٣٤) Malina R, Bouchard C. *Growth, Maturation and Physical Activity*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1991.

(٣٥) Maud P, Foster C. (Eds.) *Physiological Assessment of Human Fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2006.

(٣٦) McArdle W, Katch F, Katch V. *Exercise Physiology*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991.

(٣٧) Miller W, Wallace J, Eggert K. predicting max HR and the HR-VO2 relationship for exercise prescription in obesity. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 25: 1077-1081.

(٣٨) Pollock M, Gaesser G, Butcher J, Despres J, Dishman R, Franklin B, Garber, C. ACSM Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 975-991.

(٣٩) Rowland T. *Developmental Exercise Physiology*. Champaign (IL): Human Kinetics, 1996.

(٤٠) Scheuer J, Tipton C. Cardiovascular adaptations to physical training. *Ann Rev Physiol* 1977; 39: 221-251.

(٤١) Swain D, Leutholtz B. Heart rate reserve is equivalent to % VO2 reserve, not to % VO2 max. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: 410-414.

(٤٢) Tanaka H, Monahan K, Seals D. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol* 2001; 37: 153-156.

(٤٣) Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*. Campaign, IL: Human Kinetics, 1994.

الفصل التاسع عشر

فقر الدم (الأنيميا) والرياضة

مقدمة

لا يعد فقر الدم (الأنيميا) مرض بحد ذاته، لكنه عرض لعديد من الأمراض، وهناك عشرات الأنواع من فقر الدم، ليس المجال هنا للتطرق إليها. إن الملاحظ في حالة فقر الدم أن كرات الدم الحمراء تصبح صغيرة، وينخفض تركيز الهيموجلوبين في الدم وكذلك تركيز الفيرتين في بلازما الدم (الفيرتين يحتوي على ٢٣٪ حديد). عند انخفاض تركيز الهيموجلوبين في الدم عن مستويات معينة (أقل من ١٤٠ ملجم في اللتر من الدم لدى الرجال وأقل من ١٢٠ ملجم في اللتر من الدم لدى النساء) تشخص الحالة بفقر الدم. ومن المعلوم أن الهيموجلوبين هو بروتين (يسمى جلوبين) يحتوي على عنصر الحديد، والهيموجلوبين هو المسئول عن نقل الأكسجين، وبالتالي فعند انخفاض تركيزه، فإن قدرة الشخص على أداء جهدا بدنياً تنخفض.

تزداد نسبة فقر الدم عموماً لدى الإناث مقارنة بالرجال، نتيجة لفقدان كميات من الدم خلال الدورة الشهرية. وتشير البحوث على أن فقر الدم يعد أكثر انتشاراً لدى الرياضيات مقارنة بغير الرياضيات، وتعد حالة فقر الدم الناجم عن نقص الحديد من أكثر حالات فقر الدم شيوعاً، خاصة لدى النساء. ولكي نستوعب موضوع فقر الدم وعلاقته بالرياضة، يستحسن أن نعطي أولاً بعض المعلومات عن مكونات الدم، وتأثير التدريب البدني عليها.

مكونات الدم والتدريب البدني

يبلغ حجم الدم لدى الشخص المتوسط الحجم غير المتدرب حوالي ٥ لترات، ويتكون سائل الدم من قسمين رئيسين، هما سائل شبه شفاف يسمى بلازما الدم (Plasma)، ومكونات أخرى أهمها الكريات الدموية الحمراء والبيضاء والصفائح الدموية (تمثل كريات الدم الحمراء حوالي ٩٩٪ من المكونات الصلبة في الدم). وعندما ننسب حجم كرات الدم الحمراء إلى حجم الدم الكلي نحصل على ما يسمى بنسبة الهيماتوكريت (Hematocrit) التي تبلغ في الحدود الاعتيادية حوالي ٤٠– ٤٥٪.

إن الوظائف الرئيسية للدم هي :

١- نقل الأكسجين والمغذيات إلى خلايا الجسم، ونقل النواتج الأيضية بما فيها ثاني أكسيد الكربون من الجسم إلى خارجه.

٢- التحكم في درجة حرارة الجسم (تدفئة الجسم وتبريده).

٣- المحافظة على عملية الاتزان الحمضي القاعدي.

بلازما الدم والتدريب البدني

يمثل حجم بلازما الدم عادة حوالي ٥٥٪ من حجم الدم الكلي. ويكون الماء حوالي ٩١٪ من حجم بلازما الدم، أما النسبة الباقية والبالغة ٩٪ فهي مكونات صلبة، منها البروتينات (٦٠-٨٠ جم/لتر)، والجلوكوز (٤-٦ مليمول/لتر)، ومقدار من الأحماض الدهنية الحرة والأحماض الأمينية وبعض الهرمونات والأنزيمات.

كما يضم بلازما الدم بعض المنحلات (Electrolytes) التي تبلغ ٩ جرامات في اللتر، ومن أهم تلك المنحلات الصوديوم (Na+) والكلوريد (Cl-). أما أهم البروتينات الموجودة في بلازما الدم فهي الألبيومين (Albumin)، والجلوبيولين (Globulin) المهم في تكون مضادات الأجسام (Antibodies)، والفيبرينوجين (Fibrinogen) الضروري لعملية تجلط الدم. والمعروف أن جميع البروتينات الموجودة في بلازما الدم ذات أهمية في عملية نقل المواد الأيونية وغير الأيونية وتلعب دوراً رئيسياً في عملية توازن السوائل في ما بين أنسجة الجسم.

من المعلوم أن القيام بجهد بدني يؤدي إلى حدوث انخفاض مؤقت في حجم بلازما الدم لا يدوم طويلاً بعد الجهد البدني، ويكمن سبب ذلك في أنه مع بداية الجهد البدني يزداد انتقال سائل البلازما من الأوعية الدموية الشعرية إلى الفراغ بين الخلوي (الفراغ الذي بين الخلايا)، ويكون ذلك بسبب زيادة جريان الدم وارتفاع ضغطه، الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى زيادة ترشيح الماء من الأوعية الدموية. ويبدو أن معدل فقدان الماء من سائل البلازما يتناسب تناسباً طردياً مع شدة الجهد البدني المبذول.

ويقدر انخفاض حجم بلازما الدم بحوالي ١٠- ٢٠٪ أثناء الجهد البدني الطويل الأمد، ويزداد الانخفاض في واقع الأمر عندما يتزامن الجهد البدني مع ارتفاع درجة الحرارة الخارجية وفقدان كمية كبيرة من العرق، خاصة عندما لا يتم تعويض السوائل المفقودة عن طريق العرق، ويعود السبب في ذلك إلى أن أكثر من ٩٩٪ من سائل العرق هو ماء قادم بصفة رئيسية من السوائل بين الخلوية ومن بلازما الدم. لذا فإن انخفاض حجم الماء في الفراغ بين الخلوي يؤدي إلى زيادة الضغط الاسموزي فيه، مما يقود إلى جذب سائل أكثر من بلازما الدم، وهكذا ينخفض حجم بلازما الدم.

يقود انخفاض حجم بلازما الدم إلى زيادة نسبة الهيماتوكريت، أي زيادة تركيز كريات الدم الحمراء في الدم. لكن فقدان كمية كبيرة من السوائل من الجسم أثناء الجهد البدني بدون تعويضها عن طريق تناول السوائل، يؤدي

في النهاية إلى التأثير سلباً على الأداء البدني بسبب انخفاض حجم الدم، خاصة سائل البلازما، مما يعرض الرياضي للإصابات الحرارية.

غير أن التدريب البدني المنتظم، خاصة في الجو الحار، يؤدي في النهاية إلى زيادة حجم بلازما الدم لدى الرياضي، سواء في الراحة أو في الجهد البدني، وعلى الرغم من تفاوت الزيادة في حجم البلازما من جراء التدريب البدني في الجو الحار، إلى أنها قد تصل بعد فترة من التأقلم لدى بعض الرياضيين إلى ٣٠٪. هذا التكيف الفسيولوجي من جراء التدريب البدني في الجو الحار يعد شيئاً إيجابياً ينعكس بدوره على تحسن اتزان السوائل في جسم الرياضي، مما يوفر له المقدرة على تحمل الجهد البدني في الجو الحار، كما تقود الزيادة في حجم بلازما الدم هذه إلى تخفيف لزوجة الدم، لذا فليس من المستغرب أن نرى انخفاضاً طفيفاً في نسبة الهيماتوكريت لدى رياضيي التحمل، بدون التأثير سلباً على حجم كرات الدم الحمراء لديهم وبالتالي على السعة الأكسجينية للدم (قدرة الدم على حمل الأكسجين).

يعتقد أن الآلية المسئولة عن زيادة حجم بلازما الدم من جراء التدريب البدني في الجو الحار تتمثل في زيادة المنحلات في سوائل الدم، خاصة الصوديوم والكلوريد، وكذلك الاحتفاظ بالمواد البروتينية بصورة أكبر في الأوعية الدموية. كما يعزى بعض من زيادة حجم بلازما الدم لتأثير التنشيط الهرموني، المتمثل في هرمونات أرجانين–فازوبريسن، ورينين–انجيوتنسين–ألدوستيرون.

ومن المعروف أن التعرق الغزير أثناء الجهد البدني في الجو الحار المصحوب بفقدان السوائل وأيونات الصوديوم يقوم بتحفيز عمل هرمون ألدوستيرون والهرمون المضاد لإدرار البول (ADH)، حيث يقوم هرمون ألدوستيرون بالحث على ترشيد طرح الصوديوم في البول، مما يحافظ على تركيزه في البلازما، بينما يقوم الهرمون المضاد للإدرار بحث الكلية على زيادة امتصاص الماء، مما يساعد على بقاء السوائل داخل الجسم.

كريات الدم الحمراء (RBC)

يبلغ عدد كريات الدم الحمراء في دم الإنسان البالغ الذكر حوالي ٥,٥ مليون كرية في كل ميكروليتر من الدم. ويصل عمر الكرية الحمراء حوالي ١٢٠ يوماً، بعدها ينتهي بها الحال بعد انقضاء عمرها إلى الطحال، ولأنها لا تحتوي على نواة فهي لا يمكن تجديدها عندما تهرم، بل يقوم نخاع العظام بإنتاج كريات الدم الحمراء الجديدة.

وتقوم كريات الدم الحمراء بنقل الأكسجين من الرئتين إلى أنسجة الجسم (٩٩٪ من الأكسجين تقريباً ينقل عبر الدم)، وفي الواقع فإن كل كرية دم حمراء تحتوي على ٢٥٠ مليون جزيء هيموجلوبين (خضاب الدم)، وكل جزيء هيموجلوبين قادر على الاتحاد بأربع جزيئات من الأكسجين، مما يعني أن كل كرية دم حمراء قادرة على الاتحاد بمليون جزيء من الأكسجين. لذا فإن انخفاض عدد كريات الدم الحمراء (أو الهيموجلوبين) يؤدي إلى انخفاض قدرة الدم على حمل الأكسجين (أي انخفاض السعة الأكسجينية للدم). ومن المعروف أن التدريب في المرتفعات يقود إلى زيادة عدد كريات الدم الحمراء في الجسم، أي تزداد نسبة الهيماتوكريت. إن زيادة نسبة

الهيماتوكريت بدرجة كبيرة تؤدي إلى زيادة لزوجة الدم، وبالتالي تؤثر سلباً على سرعة جريانه، مما يعرض الشخص (في ظل وجود عوامل أخرى) إلى الإصابة بالجلطة.

كريات الدم البيضاء (WBC)

يبلغ عدد كريات الدم البيضاء في دم الإنسان السليم حوالي ٨–١٠ آلاف كرية في كل ميكروليتر من الدم. وهناك عدة أنواع من كريات الدم البيضاء، ولمعرفة نوع الكريات يتم إجراء اختبار التمييز (Differential). ولكريات الدم البيضاء إيقاعاً يومياً، حيث تزداد في آخر النهار، كما أن عددها يتغير استجابة للعديد من العوامل بما في ذلك حدوث العدوى الفيروسية أو البكتيرية، حيث تعد من جهاز المناعة في الجسم. ويؤدي الجهد البدني إلى ارتفاع عدد كريات الدم البيضاء، ويتناسب هذا الارتفاع مع شدة الجهد البدني، لكنها لا تلبث أن تعود إلى تركيزها الطبيعي بعد عدة ساعات أو أيام قليلة من انتهاء الجهد البدني.

الهيموجلوبين (Hemoglobin)

هو مركب بروتيني يتكون من بروتين يسمى (Globin) وصبغة الهيم (Heme) التي تحتوي على الحديد، الذي يتحد بالأكسجين. يتراوح تركيز الهيموجلوبين في كل لتر من الدم لدى الرجال من ١٤٠–١٨٠ ملجم، ولدى النساء من ١٢٠–١٦٠ ملجم. ويوجد في المتوسط حوالي ١٥٠ جم من الهيموجلوبين لدى الإنسان، وكل جرام يمكنه الاتحاد مع ١,٣٣ مليلتر من الأكسجين، وعليه فإن كل لتر من الدم سيحتوي على ٢٠٠ مليلتر أكسجين، وهذا يعني أن محتوى الدم الشرياني من الأكسجين يبلغ ٢٠٠ مليلتر في كل لتر من الدم.

فقر الدم الناجم عن عوز الحديد

يعد عوز الحديد (أي نقصه في الدم) من أكثر الأسباب المؤدية إلى فقر الدم، ويوجد الحديد بكميات قليلة في جسم الإنسان (في حدود ٤–٥ جرامات لدى الرجل البالغ)، وعنصر الحديد ضروري لكل من الهيموجلوبين، وكذلك للميوجلوبين (الميوجلوبين شبيه بالهيموجلوبين، لكنه موجود في العضلات بدلاً من الدم)، كما أن الحديد مهم في عمليات النقل الإلكتروني الخاصة بنظام إنتاج الطاقة الهوائي، حيث يكون موجوداً في السيتوكروم.

يتم تخزين الحديد في جسم الإنسان بشكل رئيسي في الهيموجلوبين (٦٤٪)، ثم في نخاع العظام (٢٧٪). إن مخزون الحديد يقاس عن طريق معرفة مستوى الفيرتين في البلازما، وينتج فقر الدم الناجم عن عوز الحديد عندما يكون مستوى الفيرتين في بلازما الدم منخفضاً وكذلك تركيز الهيموجلوبين منخفضاً. وفي حالة حدوث فقر دم حقيقي ناجم عن عوز الحديد، فإن الأداء البدني للرياضي يتأثر سلباً. ويوضح الجدول رقم (١) بعض المستويات الطبيعية لكل من الهيموجلوبين ونسبة الهيماتوكريت والحديد والفيرتين لدى الذكور والإناث.

أسباب انخفاض عنصر الحديد لدى الرياضيين

- فقدان الحديد عن طريق الدم المفقود أثناء الدورة الشهرية لدى النساء (في حدود ٠,٦ – ١,٥ ملجم في اليوم).
- نقص تناول الحديد في الطعام المستهلك.
- فقدان الحديد عن طريق الدم المفقود من الجهاز الهضمي والأمعاء أثناء الجري.
- أسباب أخرى يكون فيه فقدان الحديد بدرجة أقل مما ذكر أعلاه، وتشمل فقدان الحديد عن طريق البول، فقدان الحديد عن طريق العرق، وفقدان الحديد من خلال تحلل كريات الدم الحمراء نتيجة اصطدام القدم بالأرض لدى العدائين ولاعبي كرة السلة.

الجدول رقم (١). المستويات الطبيعية لبعض المتغيرات الدموية.

العنصر	الذكور	الإناث
الهيموجلوبين (جم/ لتر)	١٤٠–١٨٠	١٢٠–١٦٠
نسبة الهيماتوكريت (٪)	٤٠–٥٢	٣٨–٤٨
الحديد (ميكروجرام/ ١٠٠مل)	٧٦ – ١٩٨	
الفيرتين (ميكروجرام/ لتر)	٣٠–٣٠٠	٢٠–١٢٠

كيف يمكن تجنب فقر الدم الناجم عن عوز الحديد؟

يبلغ الاستهلاك اليومي الموصى به من الحديد للرجل البالغ ١٠ ملجم وللمرأة ١٥–١٨ ملجم، على أن البعض يرى أن يكون الاستهلاك للرياضيين الذين يخوضون منافسات عالية الشدة أعلى من ذلك (١٧ ملجم للرجل و٢٣ ملجم للمرأة). ويمكن الحصول على الحديد في الطعام من اللحوم الحمراء، والرخويات البحرية كالمحار، والبقول الجافة، والأوراق النباتية الخضراء، والمكسرات، والفواكه المجففة، والزبيب، وبذور دوار الشمس والقرع، والعديد من الأطعمة المدعمة بالحديد كبعض أنواع الخبز وحبوب الإفطار (السريال)، وينصح بتجنب الإكثار من القهوة والشاي لأنهما يسهمان في خفض امتصاص الحديد (وبالذات القادم من مصادر نباتية)، بينما يساعد تناول الأغذية الغنية بفيتامين ج على امتصاص الحديد.

فقر الدم الكاذب لدى الرياضيين (Dilutional Pseudo anemia)

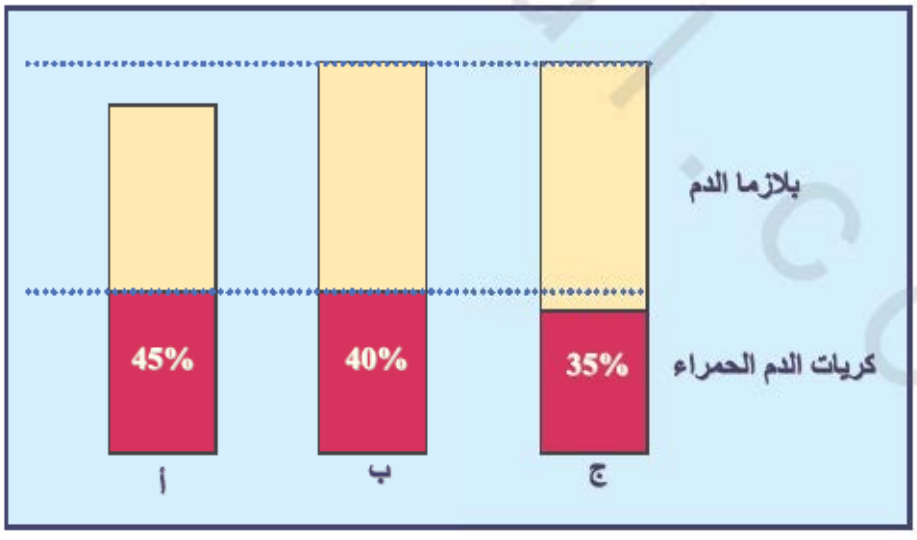
عرفنا من العرض السابق أن التدريب البدني التحملي يؤدي إلى زيادة حجم بلازما الدم، وهذا التكيف الناتج عن التدريب البدني يعد مفيد للرياضي، لأنه يجعل الدم أقل لزوجة ويتدفق بانسياب عبر الأوعية الدموية، كما يجعل حجم المحتوى المائي في الجسم أعلى مما هو قبل التدريب. على أن الزيادة في حجم بلازما الدم تؤدي إلى

انخفاض تركيز كرات الدم الحمراء وكذلك انخفاض تركيز الهيموجلوبين، وبالتالي انخفاض نسبة الهيماتوكريت قليلاً. لكن مستوى الحديد يبقى ضمن الحدود الطبيعية.

هذا الانخفاض القليل في تركيز كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين يعطي الانطباع الأولي بأنهم مصابون بفقر الدم، بينما الواقع أن حجم بلازما الدم أزداد بصورة كبيرة فقط، مما جعل تركيز كرات الدم الحمراء والهيموجلوبين في سائل الدم ينخفض. هذا النوع من فقر الدم لا يُعد أمر سلبي على الرياضي، لذا يسمى **بفقر الدم الكاذب** أو الأنيميا الكاذبة (أو غير الحقيقية). ويوضح الجدول رقم (٢) مستويات الهيموجلوبين الطبيعية لدى الرياضيين مقارنة بغير الرياضيين، كما يوضح الشكل رقم (١) نسبة الهيماتوكريت لدى الرياضي الذي يعاني من فقر دم كاذب والرياضي المصاب بفقر دم حقيقي مقارنة بالشخص السليم غير الرياضي، حيث تكون الأنيميا الحقيقية بفعل انخفاض نسبة كريات الدم الحمراء بشكل واضح.

الجدول رقم (٢). مستويات الهيموجلوبين (جم/ لتر) الطبيعية لدى الرياضيين وغير الرياضيين.

الفئة	الذكور	الإناث
الأفراد غير المتدربين	١٤٠	١٢٠
الأفراد المتدربين	١٣٥	١١٥
رياضيو التحمل	١٣٠	١١٠



الشكل رقم (١). نسبة الهيماتوكريت لدى الرياضي الذي يعاني من فقر دم كاذب (ب) والرياضي المصاب بفقر دم حقيقي (ج) مقارنة بالشخص غير الرياضي (أ).

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. التنظيم الحراري وتعويض السوائل والمنحلات أثناء الجهد البدني لدى الإنسان. الرياض: الاتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٤٢٨هـ.

(٢) الهزاع، هزاع محمد. كيموحيوية الجهد البدني. مجلة علوم التربية البدنية والرياضة، معهد البحرين الرياضي، ١٩٩٤م، العدد ٤: ٦٠-٦٢.

(٣) الهزاع، هزاع محمد، وآخرون. التأثيرات الفسيولوجية لفقدان السوائل لدى ناشئي كرة القدم أثناء الجهد البدني في الجو الحار. الدورية السعودية للطب الرياضي، ١٤٢٠هـ، ٣(٢): ١٢- ٢٥ ع.

المراجع الإنجليزية

(٤) Al-Hazzaa H, Al-Refaee S, Sulaiman M, et al. Energy demand and fluid loss during youth soccer. In: *Science and Football*, O'Hata N. (ed.), Tokyo: Japan, Asian Football Confederation, 1995: 310-325.

(٥) Astrand P, Rodahl K. *Textbook of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill Company, 1977.

(٦) Costill D. *Inside Running: Basic of Sports Physiology*. Indianapolis, Benchmark Press, Inc., 1986.

(٧) Davidson R, Robertson J, Gala G, Maughan R. Hematological changes associated with marathon running. *Int J Sports Med* 1987; 8: 19-25.

(٨) Eichner R. Coagulability and rheology: Hematologic benefits from exercise, fish and aspirin-implication for athletes and nonathletes. *Phys Sportsmed* 1986; 14 (14): 102-110.

(٩) Eston R, Reilly T (Eds.). *Kinanthropometry and Exercise Physiology laboratory Manual*. London: Routledge, 2001.

(١٠) Gore C. (Ed.): *Physiological Tests for Elite Athletes*. Australian Sports Commission. Champaign, Il: Human Kinetics, 2000.

(١١) Holloszy J. Biochemical adaptations to exercise: aerobic metabolism. *Exerc Sport Sci Rev* 1973; 1: 45-71.

(١٢) Houston M. *Biochemistry Primer for Exercise Science*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2006.

(١٣) Krupp M, Tierny L Jr., Jawetz E, Roe R, Camargo C. *Physician's Handbook*. Los Altos, CA: Lange Medical Publication, 1985, p. 146.

(١٤) Maud P, Foster C. (Eds.) *Physiological Assessment of Human Fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 1995.

(١٥) Maughan R. Fluid and electrolyte loss and replacement in exercise. In: *Food, Nutrition and Sports Performance*. Williams C, Devlin J. (eds.). London: E & FN Spon, 1992, 147-178.

(١٦) McArdle W, Katch F, Katch V. *Exercise Physiology*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991.

(١٧) Neumayer G, Pfister R, Mitterbauer G, Gaenzer H, Joannidis M, Eibl G, Hoertnagl H. Short-term effects of prolonged strenuous endurance exercise on the level of haematocrit in amateur cyclists. *Int J Sports Med* 2002; 23: 158-161.

(١٨) Rhoades R, Tanner G. *Medical Physiology*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1995.

(١٩) Szygula Z. Erythrocytic system under the influence of physical exercise and training. *Sports Med* 1990; 10: 181-197.

(٢٠) Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*. Campaign, IL: Human Kinetics, 1994.

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل العشرون

النشاط البدني والجذور الحرة
FREE RADICALS

مقدمة

من المعروف أن عمليات إنتاج الطاقة الهوائية في الجسم تنتهي بمرحلة تسمى عملية النقل الإلكتروني (أي نقل الإلكترونات من حامل إلى آخر)، حيث يتم فيها اختزال الأكسجين في الميتوكوندريا ليعطي جزيئين ماء ($2H_2O$)، كما هو موضحاً في المعادلة التالية، التي يتحد فيها جزيء أكسجين مع أربع إلكترونات (-e) وأربع بروتونات (+H) بمساعدة إنزيم سيتوكروم C أوكسديز:

$$O2 + 4\,e^- + 4\,H^+ \xrightarrow{\text{Cytochrome C Oxidase}} 2\,H_2O$$

وعلى الرغم من أن الغالبية العظمى من الأكسجين المستنشق (٩٥٪ أو أكثر) ينتهي به المطاف في إنتاج الطاقة إلى جزيء ماء، إلا أن إحدى عمليات اختزال إلكترونات الأكسجين قد تُنتج ما يسمى سوبر أوكسيد (Superoxide) والذي يُكتب على هيئة ($O_2^{-}\bullet$). هذا السوبر أوكسيد الذي يُعرف أيضاً بالجذر الحر (Free radical) يمكن له الاتحاد مع إلكترون آخر (-e) وبروتون (+H) ليعطي مركب بيروكسيد الهيدروجين (H_2O_2)، الذي يمكن أن يتحول أيضاً إلى جذر حر يسمى جذر هيدروكسايل ($OH\bullet$)، كما هو موضح في المعادلة التالية:

$$O_2^{-}\bullet \xrightarrow{e^- + 2\,H^+} 2\,H_2O_2 \xrightarrow{e^-} OH^- + OH\bullet$$

بالإضافة إلى الجذور الحرة السابقة، يمكن أيضاً إنتاج جذور حرة من تفاعل أوكسيد النيتريك مع سوبر أوكسيد. ولهذه الجذور الحرة غير المستقرة قابلية شديدة للتفاعل مع غيرها، مما يضر في النهاية بجدار الخلية. ومن نافلة القول أن هذه الجذور الحرة تُنتج من قبل خلايا الدم البيضاء والخلايا البالعة (Macrophages) لكي تُستخدم بفعالية كأسلحة دفاعية للجسم.

ومن المعروف أن الجسم ينتج إنزيمات مضادة للأكسدة تُخلص الخلايا والميتوكوندريا من الجذور الحرة، مثل إنزيم جلوتاثيون بيروكسيديز (Glutathione peroxidase) الذي يحتوي على عنصر السيلينيوم، وكذلك إنزيم سوبر أوكسيد ديسميوتيز (Superoxide desmutase). ومن مضادات الأكسدة الموجودة في الجسم فيتامين أ (A) وفيتامين ج (C) وفيتامين هـ (E) وبعض المعادن مثل عناصر السيلينيوم والزنك والمنجنيز والنحاس.

ويؤدي تناول الأطعمة الغنية بمضادات الأكسدة التي تحتوي على الفيتامينات المضادة للأكسدة والفلافونيودات والبولي فيولات والليكوبينات إلى تدعيم النظام المضادة للأكسدة الموجود في الجسم، ولهذا تكمن أهمية تناول الفواكه والخضار بكميات كافية وبصورة منتظمة. ويوضح الجدول رقم (١) بعض مضادات الأكسدة الموجودة في الأطعمة ومصادرها الغذائية الشائعة.

الجدول رقم (١). بعض مضادات الأكسدة الموجودة في الأطعمة ومصادرها الغذائية.

مضاد الأكسدة	المصادر الغذائية الشائعة
فيتامين أ	الكبدة، البطاطس الحلوة، الجزر، الحليب، صفار البيض، وجبن المزريلا.
بيتا كاروتين	الجزر، البطاطس، السبانخ، الكوسة، البروكلي، الشمام، المشمش، والمانجا، والفواكه والخضروات ذات اللون الأصفر أو البرتقالي
فيتامين ج	الفواكه الحمضية، الفلفل الأخضر والأحمر، الفراولة، التوت، الشمام، البروكلي، البطاطس، والخضروات الورقية الخضراء.
فيتامين هـ	المكسرات، البذور، جنين القمح، الزيوت النباتية غير المشبعة، زيت كبد الحوت، المانجو، البروكلي.
الليكوبينات	الطماطم، البطيخ، الجوافة، البابايا، المشمش، الجريب فروت.
الفلافونيودات	الشاي الأخضر، الشاي الأسود، التوت، العنب الاحمر، الشوكولاته الداكنة، التفاح، الحمضيات، البصل، الفلفل الحار، البقدونس.

وفي الأحوال الاعتيادية فإن الجسم يقوم بالموازنة بين معدل إنتاج العوامل المؤكسدة (الجذور الحرة) والعوامل المضادة للأكسدة حتى يكون هناك اتزان في الجسم، لكن عند فشل الجسم في إحداث هذه الموازنة وبالتالي زيادة الجذور الحرة عن قدرة الجسم على مكافحتها، فتحدث حالة إجهاد في الجسم ناتجة عن تزايد العوامل المؤكسدة تسمى (Oxidative stress)، خاصة إذا تزامن ذلك مع وجود عوامل مؤكسدة خارجية مثل تلوث الهواء الخارجي، وزيادة الأوزون، والتدخين، وما شابه ذلك.

وتؤدي عملية الإجهاد تلك الناجمة عن تزايد الجذور الحرة في الجسم إلى التأثير سلباً على بروتينات الجسم وعلى جزيئات الأحماض الدهنية غير المشبعة، ما يؤدي في النهاية إلى الإصابة بالعديد من الأمراض مثل السرطانات وأمراض القلب والشيخوخة المبكرة.

النشاط البدني والجذور الحرة

من الناحية النظرية فإن من المتوقع زيادة تكّون السوبر أوكسيدات والبيروكسيدات وجذور الهيدروكسايل من جراء ازدياد نشاط عمليات إنتاج الطاقة الهوائية أثناء القيام بالجهد البدني، فاستهلاك الأكسجين أثناء النشاط البدني المرتفع الشدة يزداد بمعدل عشرة أضعاف على الأقل مقارنة بالراحة.

وتجدر الإشارة إلى أن العضلات العاملة أثناء الجهد البدني ليست الجهة الوحيدة التي تُنتج الجذور الحرة، بل أن كريات الدم البيضاء تقوم بدورها بإنتاج مركبات الأكسجين ذات القابلية الشديدة للتفاعل والمسماة اختصاراً **(ROS)**، غير أن تأثير إنتاج مركبات الأكسجين من كريات الدم البيضاء يتضاءل بشكل ملحوظ لدى الأشخاص المتدربين وذلك نتيجة لزيادة مضادات الأكسدة في كريات الدم البيضاء بعد التدريب البدني.

كما أن معظم نتائج البحوث تشير إلى أن تحسن اللياقة البدنية من جراء ممارسة النشاط البدني بانتظام يقود عموماً إلى تحسن قدرة الجسم على إنتاج مضادات الأكسدة. والجدير بالإشارة أيضاً أن ممارسة النشاط البدني من قبل الأشخاص البدناء تؤدي إلى إنتاج مستويات عالية من البيروكسيدات الدهنية **(Lipid peroxidation)** مقارنة بغير البدناء، وهذه المنتجات تُعد من العوامل المؤكسدة.

وتفيد دراسة حديثة من جامعة فلوريدا بالولايات المتحدة الأمريكية أن ممارسة تمرينات رفع الأثقال بغرض تقوية العضلات بمعدل ثلاث مرات في الأسبوع لمدة ستة أشهر لدى كبار السن قد أدت إلى انخفاض معدلات تكون الجذور الحرة في الدم **(Free radicals)**. لقد بينت نتائج الدراسة أيضاً أن هذه الفوائد لا تقتصر على التمرينات المرتفعة الشدة فقط، بل يمكن الحصول عليها حتى وإن كانت شدة تمرينات رفع الأثقال منخفضة. ولقد كان الاعتقاد السائد قبل نتائج هذه الدراسة أن التمرينات الهوائية المرتفعة الشدة إلى حد ما هي التي تؤدي إلى خفض معدلات الجذور الحرة في الدم على المدى الطويل.

هل يحتاج الرياضي إلى تناول مضادات الأكسدة على هيئة مكملات غذائية؟

نظراً لمعدل إنتاج العوامل المؤكسدة بشكل مرتفع أثناء ممارسة النشاط البدني كما اشرنا إلى ذلك مسبقاً، هل يحتاج الرياضي إلى تناول كميات إضافية من مضادات الأكسدة على هيئة مكملات غذائية **(Supplements)**؟

الإجابة على ذلك السؤال هي لا، للرياضي الذي يتناول تغذية متوازنة تحتوي على كميات كافية من الخضروات والفواكه والحبوب، فالدراسات العلمية التي أجريت بغرض معرفة فعالية تناول كميات كبيرة من فيتامينات أ و ج على هيئة مكملات غذائية من قبل الرياضيين المشاركين في الرياضات التحملية الشاقة (التي تصل مسافتها إلى ١٠٠ كم أو أكثر كالمسابقة الثلاثية **triathlon**) تشير إلى أن هذه المكملات الغذائية فشلت في الحد من ظهور عوامل الأكسدة في الجسم من جراء المشاركة في تلك المنافسات الرياضية، كما أن تلك المكملات الغذائية لم تنجح في حماية نظام المناعة لدى هؤلاء الرياضيين. بل أن استهلاك كميات كبيرة من تلك المكملات الغذائية مع عدم الحاجة لها يؤدي إلى حدوث ضرر لجسم الشخص أكثر من حصوله على منفعة.

المراجع

المراجع الإنجليزية

(١) Bailey D, Davies B, Young I, Jackson M, Davison G, Isaacson B, Richardson R. EPR spectroscopic detection of free radical outflow from an isolated muscle bed in human. *J Appl Physiol* 2003; 94: 1714-1718.

(٢) Houston M. *Biochemistry Primer for Exercise Science*. 3rd edition. Champaign, IL: Human Kinetics, 2006.

(٣) Kleier S. Antioxidant answers. *Phys Sportsmed* 1996; 24 (8): 21-22.

(٤) McBride J, Kraemer W, et al. Effect of resistance exercise on free radical production. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 67-72.

(٥) Mooren F, Lechtermann A, Volker K. Exercise-induced apoptosis of lymphocytes depends on training status. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 1476-1483.

(٦) Nieman D. Free radical and antioxidants. *ACSM's Health & Fitness* 2006; 10 (4): 5-6.

(٧) Nieman D, Henson D, McAnulty S, et al. Vitamin E and Immunity after the Kona Triathlon World Championship. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 1328-1335.

(٨) Power S, De Ruisseau K, Quindry J, Hamilton K. Dietary antioxidants and exercise. *J Sports Sci* 2004; 22: 81-94.

(٩) The Nutrition Committee of the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity and Metabolism. Antioxidant vitamin supplements and cardiovascular disease. *Circulation* 2004; 110: 637-641.

(١٠) Vincent H, Morgan J, Vincent K. Obesity exacerbates oxidative stress levels after acute exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 772-779.

(١١) Dekkers J, van Doornon L, Kemper H. The role of antioxidant vitamins and enzymes in the prevention of exercise-induced muscle damage. *Sports Med* 1996; 21: 213-2238.

obeikandl.com

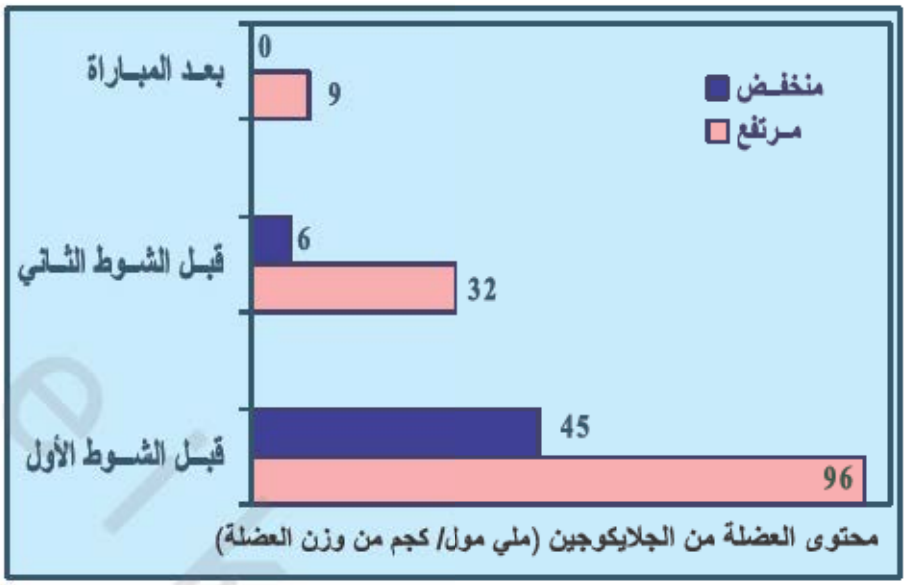
الفصل الحادي والعشرون

التعبئة الكربوهيدراتية (الجلايكوجينية)

مقدمة

هي خطة (إستراتيجية) يتم من خلالها تغيير نمط التدريب البدني والتغذية من أجل رفع مخزون العضلات من الجلايكوجين قبل المشاركة في مسابقة تحملية أو منافسة ذات جهد فتري يدوم أكثر من ساعة. وغني عن القول أن كثيراً من الدراسات العلمية تؤكد على أهمية المخزون الجلايكوجيني في العضلات ودوره كمصدر لإمداد العضلات العاملة بالطاقة اللازمة لعملها، وتشير العديد من البحوث العلمية كذلك إلى أن زيادة هذا المخزون الجلايكوجيني يرفع من مستوى الأداء البدني في مسابقات تتطلب عنصر التحمل أو المطاولة، كالمسافات الطويلة مثلاً، أو في تلك الرياضات التي يستمر فيها الجهد البدني الفتري لمدة تزيد على الساعة، كما هو الحال في كرة القدم، وبذلك يستطيع الرياضي تحمل جهد أعلى، وقطع مسافة أطول، قبل أن يحل به التعب من جراء نقص جلايكوجين العضلات لديه.

ويوضح الشكل البياني رقم (١) محتوى العضلة من الجلايكوجين لدى مجموعتين من لاعبي كرة القدم، إحداهما بدأت المباراة بمحتوى عال من جلايكوجين العضلات (٩٦ مول/ كجم من وزن العضلة)، والأخرى بدأت المباراة بمحتوى منخفض من الجلايكوجين (٤٥ مليمول/ كجم من وزن العضلة)، وبعد نهاية الشوط الأول من المباراة (أي قبل بدء الشوط الثاني) انخفض محتوى الجلايكوجين في عضلات لاعبي المجموعة الأولى إلى ٢٣ مليمول، بينما وصل محتوى العضلة من الجلايكوجين لدى لاعبي المجموعة الثانية إلى ٦ مليمول (أي أنهم بدئوا الشوط الثاني من المباراة ولديهم تركيز منخفض جداً من الجلايكوجين في عضلاتهم، ولم يسعفهم لاستخدامه في كامل الشوط الثاني، حيث تم استنفاذه مبكراً، ومن الجدير بالذكر أن اللاعبين الذين بدءوا المباراة بمحتوى منخفض من الجلايكوجين كانت سرعتهم في معظم فترات الشوط الثاني من المباراة أقل من المجموعة التي بدأت المباراة ولديهم محتوى عال من الجليكوجين، مما يشير إلى عدم قدرة المجموعة الثانية على مجاراة المجموعة الأولى خلال شوط المباراة الثاني، نظراً لانخفاض محتوى الجلايكوجين لديهم.



الشكل البياني رقم (١). محتوى العضلة من الجلايكوجين لدى مجموعتين من لاعبي كرة القدم إحداهما بدأت المباراة بمحتوى عال من الجلايكوجين والأخرى بدأت المباراة بمحتوى منخفض.

المصدر: Saltin, MSSE, 1973.

ما هو جلايكوجين العضلات؟

هو مركب كربوهيدراتي يتكون من سلسلة من جزيئات الجلوكوز تتراوح من بضع مئات إلى آلاف الجزيئات المرتبطة مع بعضها البعض، ويتم تخزين الجلايكوجين إما في الكبد أو في العضلات. يقوم جلايكوجين الكبد بالمحافظة على مستوى سكر الجلوكوز في الدم في الحدود الطبيعية، من خلال تحلل جلايكوجين الكبد إلى جلوكوز ومن ثم طرحه في الدم على هيئة جلوكوز من أجل المحافظة على مستوى الجلوكوز ثابتاً في الدم.

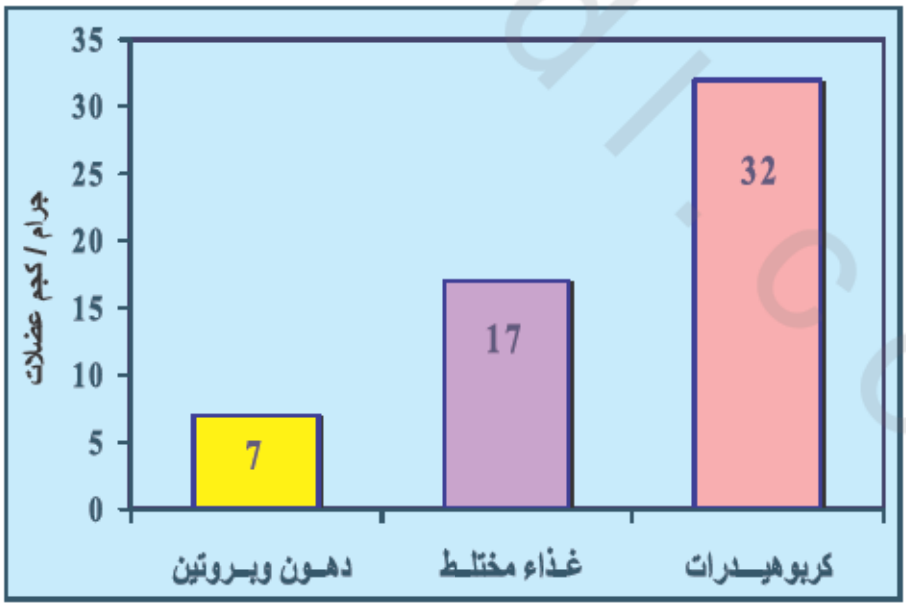
أما جلايكوجين العضلات فيتم تخزينه في العضلات من أجل استخدامه كمصدر للطاقة أثناء الانقباض العضلي، ولا يمكن طرح جلايكوجين العضلات في الدم على هيئة جلوكوز، لافتقاد العضلات لأنزيم خاص يقوم بهذه العملية. هذا الإنزيم الذي هو موجود في الكبد وليس في العضلات هو أنزيم جلوكوز – ٦ فوسفاتيز (Glucose- 6 Phosphatase)، علماً أنه يوجد في جسم الإنسان المتوسط الحجم والذي يتغذى تغذية جيدة حوالي ٣٥٠ جم من جلايكوجين العضلات، وحوالي ١٠٠ جم من الجلايكوجين في الكبد.

إن كل جرام من الجلايكوجين يستخدم كمصدر طاقة للانقباض العضلي يعطي ٤ كيلو سعرات حرارية، مما يعني أن الطاقة الممكن الحصول عليها من الجليكوجين لا تتعدى ١٦٠٠ كيلو سعر حراري تقريباً. ومن المعلوم أن استخدام جلايكوجين العضلات يزداد في الجهد البدني المرتفع الشدة، كما تكتسب زيادة المخزون الجلايكوجيني في العضلات أهمية قصوى في الجهد البدني التحملي الذي يستمر لمدة تزيد عن الساعة، خاصة الجهد البدني المرتفع الشدة.

كيفية زيادة جلايكوجين العضلات

منذ زمن بعيد والعلماء يدركون أهمية التغذية الغنية بالمواد الكربوهيدراتية لأداء الرياضي (خاصة الأداء البدني التحملي)، ودورها في رفع مخزون عضلاته من الجلايكوجين، ففي الستينيات الميلادية من القرن الماضي قام عالم الفسيولوجيا الاسكندنافي بيرجستروم وزملاؤه بإجراء تجربة علمية تم خلالها إعطاء مجموعة من المشاركين في البحث غذاءً غنياً بالبروتينات والدهون لمدة ثلاثة أيام ثم بعد ذلك أخذ عينات صغيرة من عضلاتهم (خزعة عضلية) وقياس محتوى الجلايكوجين فيها فوجدوا أنه منخفض، كما هو موضحاً في الشكل البياني رقم (٢)، ثم أُعطى المشاركين غذاءً مختلطاً من الدهون والكربوهيدرات والبروتينات (الغذاء الاعتيادي لمعظم الناس)، وتم قياس محتوى العضلة من الجلايكوجين فوجدوا أنه قد ازداد عن ذي قبل ليصل في المتوسط إلى ١٧ جم لكل كجم من وزن العضلة، ثم قاموا أخيراً بتكرار التجربة بعد أن طلبوا من المشاركين تناول غذاءً غنياً بالمواد الكربوهيدراتية لمدة ثلاثة أيام، ووجدوا أن مخزون العضلة من الجلايكوجين قد ارتفع بشكل ملحوظ إلى ٣٢ جم لكل كجم من وزن العضلات.

بعد هذه التجربة العلمية المثيرة أتضح للعلماء مدى أهمية التغذية الغنية بالكربوهيدرات من أجل المحافظة على أعلى مستوى من الجليكوجين في العضلات، وأصبح من المعتاد أن يُنصح الرياضيون بتناول غذاءً غنياً بالكربوهيدرات (٧٠٪ من الطاقة الكلية المستهلكة) لكي يحافظوا على مخزون عضلاتهم من الجلايكوجين عند المستوى المطلوب.



الشكل البياني رقم (٢). تأثير تناول ثلاث أنماط من الغذاء لمدة ٣ أيام على محتوى العضلة من الجلايكوجين.

المصدر: Bergstrom, et al, Acta Physiol Scand, 1967

الإستراتيجية المتبعة في إحداث التعبئة الكربوهيدراتية

من الناحية التقليدية، هناك طريقتان لرفع مخزون الجلايكوجين في العضلات:

الطريقة الأولى: يتم فيها استنفاذ المخزون الجلايكوجيني في العضلات العاملة أولاً عن طريق القيام بتدريب بدني مجهد، من ثم فإن على الفرد أن يتناول غداء غنياً بالمواد الكربوهيدراتية لعدة أيام (٣-٤ أيام) مع مراعاة عدم أداء أي تدريب مجهد في تلك الأيام.

أما في الطريقة الثانية: فإن على الفرد أولاً أن يستنفذ المخزون الجلايكوجيني في العضلات العاملة كلياً عن طريق القيام بتدريب مجهد، وتناول غذاءً غنياً بالدهون والبروتينات لمدة ٣ أيام، مع الاستمرار في التدريب كالمعتاد، وبعد ذلك عليه أن يتناول غداء غنياً بالمواد الكربوهيدراتية لمدة ٣ أيام أخرى، مع التقليل من شدة التدريب البدني في تلك الأيام الثلاثة التي يتناول فيها الكربوهيدرات. ولقد لوحظ أن الطريقة الثانية ترفع كمية المخزون الجلايكوجيني بدرجة أكبر من الأولى بما يصل أحياناً بمحتوى العضلة من الجلايكوجين إلى ٥٠ جراماً لكل كيلو جرام من العضلات.

على أن البحوث في السنوات الأخيرة تشير إلى أنه من غير الضروري تناول غذاء غنياً بالدهون والبروتينات قبل تناول الكربوهيدرات (كما في الطريقة الثانية) من أجل رفع المخزون الجلايكوجيني في العضلات بل أن من المهم جداً أن يتم استنفاذ جلايكوجين العضلات أولاً من خلال تدريب بدني شاق، ثم بعد ذلك خفض شدة التدريب لعدة أيام (١-٤ أيام) مع تناول غذاء غنياً بالكربوهيدرات (١٠-١٢ جم لكل كجم من وزن الجسم).

وتكتسب عملية استنفاذ الجلايكوجين من العضلات أمراً بالغ الأهمية قبل تعبئتها بالجلايكوجين، حيث تجعلها هذه العملية شرهة جداً في امتصاص الجلايكوجين وتخزينه إلى الحد الأقصى عند تناول المواد الكربوهيدراتية فيما بعد. وتؤدي عملية شحن العضلات بالجلايكوجين على رفع محتواه من ١٠٠-١٢٠ مليمول/ كجم من وزن العضلة الرطبة **(Wet weight)** قبل التعبئة الكربوهيدراتية إلى حوالي ١٥٠-٢٠٠ مليمول/ كجم من وزن العضلة الرطبة بعدها. كما تشير نتائج بعض البحوث إلى أن تناول الكرياتين **(Creatine)** على مدى عدة أيام قبل البدء بالتعبئة الكربوهيدراتية يساعد على زيادة محتوى العضلة من الجلايكوجين، نظراً لتأثير تناول الكرياتين على زيادة حجم العضلة.

على أنه ينبغي ملاحظة أن زيادة محتوى الجلايكوجين في العضلات تعطي الفرد الشعور بالثقل من جراء التعبئة الجلايكوجينية، حيث يزداد وزن الرياضي في المتوسط ٢ كجم، ذلك أن المخزون المائي للعضلات يزداد بزيادة مخزون الجلايكوجين في العضلات، فكل جرام من الجلايكوجين يرتبط بما يقارب ٣ جرامات من الماء، وبالتالي فإن زيادة نصف كيلوجرام من جلايكوجين العضلات سيؤدي إلى ارتباط كمية من الماء معه تقدر بحوالي ١,٥ كيلوجرام، وعلى الرغم من أن هذه الزيادة في الوزن قد لا تكون مرغوبة في بعض المسابقات المرتبطة بالوزن، كالملاكمة أو المصارعة أو ألعاب الدفاع عن النفس، إلا أن هذه الكمية المصاحبة من الماء تساعد في التقليل من أثر

فقدان الماء (Dehydration) في المنافسات التحملية، كالمسافات الطويلة والماراثون، حيث يفقد الجسم الكثير من الماء نتيجة للتعرق الغزير، وبالتالي فإن استخدام الجلايكوجين كمصدر للطاقة أثناء الجهد البدني يحرر جزيئات الماء ويجعلها متوفرة للجسم.

وعلى الرغم من أهمية التعبئة الجلايكوجينية من الناحية النظرية في المساعدة على رفع الأداء البدني في مسابقات التحمل، إلا أن لها بعض الأعراض الجانبية التي يجب أن نشير إليها في هذا المجال. ولذلك ينصح بعدم الإكثار من استعمال هذه الطريقة لرفع المخزون الجلايكوجيني في العضلات بكثرة أو في فترات متقاربة، حيث تشير بعض التقارير الطبية إلى حدوث ما يسمى بميوجلوبين يوريا (أي ظهور الدم في البول دلالة على حدوث ضرر للعضلات) عند الرياضيين الذين يستخدمون التعبئة الجلايكوجينية باستمرار، بالإضافة إلى وجود بعض التقارير التي تشير إلى حدوث آلام في الصدر لدى بعض الرياضيين الذين قاموا بالتعبئة الكربوهيدراتية مع تغيرات في رسم القلب تشبه تلك التي تحدث لدى مرضى القلب، على الرغم من عدم دلالتها المرضية.

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. الطاقة الحيوية المستخدمة في المجهود البدني، مجلة علوم الرياضة، جامعة المنيا، المجلد ١: ١٦٧-١٨٩، ١٩٨٧م.

المراجع الإنجليزية

(٢) Balsom P, Gaitanos G, Soderlund K, Ekblom B. High-intensity exercise and muscle glycogen availability in humans. *Acta Physiol Scan*d 1999; 165: 337-345.

(٣) Bergstrom J, Hermansen L, Hultman E, Saltin B. Diet, muscle glycogen and physical performance. *Acta Physiol Scand* 1967; 71: 140-150.

(٤) Burk L, Nutrition strategies for the marathon: fuel for training and racing. *Sports Med* 2007; 37: 344-347.

(٥) Chen Y, Wong S, Xu X, Hao X, Wong C, Lam C. Effect of CHO loading patterns on running performance. *Int J Sports Med* 2007; ahead of print.

(٦) Fairchild T, Fletcher S, Steele P, Goodman C, Dawson B, Fournier P. Rapid carbohydrate loading after a short bout of near maximal-intensity exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2002; 34: 980-986.

(٧) Hawley J, Schabort E, Noakes T, Dennis S. Carbohydrate-loading and exercise performance: An update. *Sports med* 1997; 24: 73-81.

(٨) Kleiner S. The lowdown on carbo loading. *Phys Sportsmed* 1995; 23 (8): 19-20.

(٩) McConell G, Kloot K, Hargreaves M. Effect of timing of carbohydrate ingestion on endurance exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: 1300-1304.

(١٠) Nelson A, Arnall D, Kokkonen J, Day R, Evans J. Muscle glycogen supercompensation is enhanced by prior creatine supplementation. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 1096-1100.

(١١) Saltin B. Metabolic fundamentals in exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1973; 5: 137-146.

(١٢) Sherman W. Muscle glycogen supercompensation during the week before athletic competition. *Sports Sci Exchange* 1989; 2 (16): 3-4.

obeikandl.com

الفصل الثاني والعشرون

وجبة ما قبل المسابقة

مقدمة

على الرغم من أن التعليمات والإرشادات العامة المتعلقة بوجبة ما قبل المسابقة توصي وتحث على أن تكون تلك الوجبة خفيفة ومحتوية على كمية كبيرة من الكربوهيدرات ونسبة قليلة من الدهون (لما تستغرقه الدهون من وقت في عملية الهضم والامتصاص) مع الإكثار من السوائل، وعلى أن يكون تناول تلك الوجبة في حدود ٣ ساعات قبل المسابقة، على الرغم من ذلك تظل تلك التعليمات والنصائح مجرد إرشادات عامة عاجزة عن توفير الغذاء الأمثل والمحدد لما قبل المسابقة.

وفي الحقيقة لا يوجد ذلك الغذاء المثالي (أو السحري) لما قبل المسابقة والذي سوف يوفر للمتسابق أو اللاعب التفوق والفوز، بل أنه في كثير من المسابقات فإن الوجبة التي تسبق المنافسة قد لا يكون لها أي أثر أو دور في تلك المنافسة، والواقع أن ما يناسب لاعباً ما قد لا يكون صالحاً بتاتاً للاعب آخر.

وعلى الرغم من صحة القول بعدم وجود غذاء سحري قبل المسابقة يجعل الرياضي يتفوق في أداءه، إلا أنه من المعروف إذا لم يحسن الرياضي اختيار وجبة ما قبل المسابقة فقد تؤدي إلى تأثيرات سلبية على أداءه البدني، لذا ينبغي على الرياضي تجنب الوجبة الغنية بالدهون، والتي تحتوي على ما قد يقود إلى حدوث مغص معوي للرياضي أو غازات في البطن أو إسهال.

تشير أغلب الدراسات العلمية إلى أن التأثير المزعوم لكثير من أنواع الأغذية مرده إلى إحساس نفسي لدى اللاعب في أن ذلك الغذاء سوف يساعد في رفع مستوى أدائه أثناء المسابقة. لذلك فإن أهم شيء يجب أن يؤخذ في الاعتبار في وجبة ما قبل المسابقة هو رغبة وميول اللاعب نحو غذاء معين وارتياحه وتعوده على ذلك الغذاء، وعليه قد يكون من الأفضل عدم إجراء أي تغيير على الغذاء المعتاد للاعب إذا كان ذلك الغذاء يفي باحتياجاته ويتوافق مع أسس التغذية السليمة قبل المسابقة.

لكن بالرغم مما سبق ذكره من إرشادات، فإن هناك بعض الحقائق الفسيولوجية والملاحظات التجريبية التي ينبغي أن تؤخذ بعين الاعتبار عند التفكير في التغذية التي تسبق المنافسة، فمثلاً في المسابقات التي تتطلب عنصر

التحمل، كالمسافات الطويلة والماراثون، أو في الرياضات التي تستغرق وقتاً طويلاً قد يتجاوز الساعة، يكون من الأفضل أن تحتوي وجبة ما قبل المسابقة على كمية عالية من الكربوهيدرات (النشويات والسكريات)، لما لها من تأثير في رفع المخزون الجلايكوجيني في الكبد، والمحافظة على مستوى عال إلى حد ما لسكر الجلوكوز في الدم في بداية السباق، مما يؤدي إلى تقليل الضغط على استهلاك جلايكوجين العضلات منذ بداية المنافسة، وبالتالي ادخار الكمية القصوى منه لاستعمالها في فترة نهاية السباق حيث يشتد الطلب على جلايكوجين العضلات عندما ترتفع شدة الأداء البدني في نهاية السباق.

وفي هذا الصدد يجدر بنا أن نشير إلى أنه في الفترة التي تسبق المسابقة التحملية التي تزيد مدتها على الساعة، لا ينصح بتناول أي شيء يحتوي على نسبة عالية من السكريات البسيطة (محلول سكري عالي أو قطعة شوكولاته مثلاً) قبل المسابقة بحوالي نصف ساعة، لأن ذلك سوف يؤدي إلى ارتفاع سكر الجلوكوز بالدم، مؤدياً إلى زيادة إفراز هرمون الأنسولين، الذي بدوره يقوم بخفض مستوى تركيز سكر الدم إلى مستوى قد يصل إلى أقل من المستوى الطبيعي، والمحصلة هي التعجيل في هدم جلايكوجين العضلات (من أجل استخدامه) وبالتالي إلى سرعة نفاذه مبكراً.

أما فيما يتعلق بالفترة التي ينبغي أن يتم فيها تناول وجبة ما قبل المسابقة، فإن كثيراً من المختصين قد لا يرون مبرراً في أن تكون الفترة فيما بين تناول الوجبة ووقت بدء المسابقة فترة طويلة (٣-٤ ساعات) ماعدا في حالة الاشتراك في مسابقات يرتفع فيها معدل الإصابات، فتبرز هنا فائدة أن تكون المعدة خالية من الطعام في حالة اللجوء إلى التخدير عندما يتطلب الأمر إجراء عملية جراحية عاجلة للرياضي، أما في حالة المسابقات الأخرى فيفضل ألا يكون الوقت طويلاً بين الوجبة وبداية المسابقة (ما بين ٢-٣ ساعات).

كما لابد من أن ندرك أن هناك اختلافات بين الرياضيين في سرعة هضم الطعام المتناول، نتيجة للقلق والضغط النفسي الحاصل على الرياضي، مع ما يتزامن من زيادة إفراز هرمونات من الغدد الصماء داخل الجسم كالأدرينالين، الذي يجهز الرياضي نحو حشد طاقاته خلال المسابقة.

لذا ينبغي على الرياضي تناول الوجبة الغنية بالمواد الكربوهيدراتية (كالأرز، والمكرونة، والمعجنات، والبطاطا غير المقلية، وحبوب الإفطار، والبسكويت، والفواكه) ومعرفة الوقت الذي تستغرقه تلك الوجبة في الهضم، وبشكل عام من المتوقع أن تستغرق الوجبة الغنية بالكربوهيدرات تبعاً لحجمها الأوقات التالية:

- وجبة كبيرة: حوالي ٣-٤ ساعات.
- وجبة صغيرة: ٢-٣ ساعات.
- وجبة خفيفة (Snack): أقل من ساعة.

خلاصة القول أنه في كثير من المسابقات الرياضية يظل غداء اللاعب المعتاد في أيام التمرين (إذا كان مناسباً لذلك اللاعب) هو الغداء الأمثل لما قبل المسابقة ويفضل أن يكون تناول تلك الوجبة من ٢-٣ ساعات قبل بدء المسابقة ويكون غنياً بالمواد النشوية والسكرية.

نصائح عامة

• ينبغي على الرياضي أن يترك وقتاً كافياً لهضم الطعام، ويمكن الاسترشاد بالتوقيتات التي أشرنا لها سابقاً. كما لا يُنصح بأن تكون وجبة ما قبل المسابقة كبيرة جداً، بل يمكن أن تعطي طاقة في حدود ٥٠٠– ٨٠٠ كيلو سعر حراري.

• تناول وجبة غنية بالمواد الكربوهيدراتية، حتى تحافظ على مستوى تركيز جلوكوز الدم، كما ينبغي أن تكون هذه الكربوهيدرات من النوع الذي لا يؤدي إلى رفع مستوى جلوكوز الدم بسرعة عالية **(Low glycemic Index)**.

• في حالة تناول بعض البروتينات، تناول كمية معتدلة منها، لأنها تستغرق وقتاً أطول في هضمها مقارنة بالكربوهيدرات.

• قلل من تناول المواد الدهنية والزيوت، لأنها تستغرق وقتاً طويلاً جداً في عملية الهضم.

• على الرياضي أن يتجنب الأغذية والمشروبات التي تحتوي على كمية عالية من الكافين، خاصة في المسابقات التحملية، نظراً لأن الكافين يؤدي إلى إدرار البول وبالتالي تعريض الرياضي للجفاف.

• ابتعد عن الأطعمة التي تسبب الغازات في البطن، مثل الأغذية الغنية بالألياف كما في بعض الخضروات (كالكرنب والفاصوليا)، وتجنب الأغذية المالحة والحريفة.

• مع الأخذ بالاعتبار النصائح السابقة، ينبغي على الرياضي تناول الطعام الذي يحبه وأعتاد عليه، وأن لا يجرب طعام غير معتاد عليه قبل مسابقة مهمة.

• أخيراً، لا تنسى تناول كميات كافية من السوائل قبل المسابقة، ويمكن لتلك السوائل أن تكون من السوائل المحلاة (ضمن الحدود المقبولة) إذا كانت مدة المسابقة تزيد على الساعة (للمزيد يمكن النظر إلى موضوع رقم (٣٢) في هذا الكتاب حول تعويض السوائل والجهد البدني).

المراجع

المراجع الإنجليزية

(١) Burk L, Nutrition strategies for the marathon: fuel for training and racing. *Sports Med* 2007; 37: 344-347.

(٢) Doda M. Use whatever works for your pregame meal. Brief reports. *Phys Sportsmed* 1985, 13 (1): 29.

(٣) Glesson M, Maughan R, Greenhaff P. Comparison of the effects of pre-exercise feeding of glucose, glycerol, and placebo on endurance and fuel homeostasis in man. *Eur J Appl Physiol* 1986; 55: 645-653.

(٤) Febbraio M, Stewart K. CHO feeding before prolonged exercise: effect of glycemic index on muscle glycogenolysis and exercise performance. *J Appl Physiol* 1996; 81: 1115-1120.

(٥) McConell G, Kloot K, Hargreaves M. Effect of timing of carbohydrate ingestion on endurance exercise performance. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: 1300-1304.

(٦) Williams C, Serratoga L. Nutrition on match day. J Sport Sci 2006; 24: 687-697.

obeikandl.com

الفصل الثالث والعشرون

حمض اللبنيك: هل له علاقة بالتعب العضلي؟ أم هو أداة لمعرفة شدة الجهد البدني؟

مقدمة

منذ زمن طويل وهناك اعتقاد مفاده أن سبب التعب العضلي أثناء أداء الجهد البدني هو تراكم حمض اللبنيك، هذا الاعتقاد مبني على ملاحظة وجود تركيز عال من حمض اللبنيك عند حدوث التعب العضلي بعد جهد بدني عنيف.

فهل هذا الاعتقاد صحيح أم لا؟ وقبل ذلك ما هو حمض اللبنيك؟ وكيف ينتج؟ وما هي آثاره السلبية على الانقباض العضلي؟ وهل له من فوائد؟

في هذه المقالة سنحاول الإجابة على تلك التساؤلات كما سنتطرق لكيفية قياس حمض اللبنيك ومدى إمكانية استخدام تركيز حمض اللبنيك في الدم في ضبط شدة التدريب البدني، لكن يجدر بنا أولاً أن نتعرف باختصار على كيفية حدوث الانقباض العضلي ومصادر الطاقة اللازمة لهذا الانقباض، حتى يتسنى لنا فهم أفضل لكيفية إنتاج حمض اللبنيك.

فسيولوجيا الانقباض العضلي

تتكون الألياف العضلية بشكل رئيسي من خيوط بروتينية سميكة تدعى خيوط الميوسين وأخرى دقيقة تسمى خيوط الآكتين، ويتم الانقباض العضلي في الواقع عن طريق انجذاب خيوط الميوسين نحو الآكتين. غير أنه يلزم وجود طاقة كيميائية حتى يتم هذا الانقباض، هذه الطاقة الكيميائية تتمثل في مركب يدعى أدينوسين ثلاثي الفوسفات، أو اختصاراً (ATP)، الموجود بالقرب من خيوط الميوسين (الخيوط الغليظة). إلا أن الكمية المتوفرة (أي المخزنة بالقرب من خيوط الميوسين) من هذا الـ ATP لا تكفي إلا لبضع انقباضات عضلية (لا تزيد عن ثانية واحدة)، يتم فيها استخدام الأدينوسين ثلاثي الفوسفات وإطلاق الطاقة منه ليتحول بعد ذلك إلى مركب أدينوسين ثنائي الفوسفات (ADP)، ولهذا يلزم إعادة شحن هذا الـ ADP وتحويله إلى ATP عن طريق مصادر أخرى حتى

يمكن للانقباض العضلي من الاستمرار. إن عملية شحن **ADP** تتم باستخدام أحد أو جميع الأنظمة الموضحة في الجدول رقم (١) تبعاً لشدة الجهد البدني المبذول (أي تبعاً لمعدل الطلب على الطاقة).

ونظراً لأن هذه المقالة تتناول موضوع حمض اللبنيك، فإننا لن نتوسع في الحديث عن أنظمة الطاقة، لكن يمكن القول باختصار أن هناك ثلاثة أنواع من أنظمة الطاقة التي تستخدم في إنتاج أدينوسين ثلاثي الفوسفات الضروري لانقباض العضلات، الأول منها هو نظام الطاقة السريع، الذي يتمثل في كل من الأدينوسين ثلاثي الفوسفات المخزن بالقرب من خيوط الميوسين، ومركب فوسفات الكرياتين (PC)، حيث يمكن لفوسفات الكرياتين من إطلاق طاقة تعيد شحن أدينوسين ثنائي الفوسفات ليصبح أدينوسين ثلاثي الفوسفات، وهي طاقة تقدر كميتها بحوالي خمسة أضعاف كمية الأدينوسين ثلاثي الفوسفات المخزن في العضلة (طاقة تكفي لحوالي ٥ ثواني من الجهد البدني الأقصى). أي أن نظام الطاقة السريع لديه قدرة عالية على إنتاج الطاقة لكن كميته (سعته) محدودة.

أما نظام الطاقة الثاني فهو نظام الطاقة القصير الأمد، الذي يتمثل في تحلل الجلايكوجين والجلوكوز لا هوائياً، حيث ينتهيان بحمض اللبنيك، ويتم عبر هذا النظام إنتاج أدينوسين ثلاثي الفوسفات بسرعة عالية لكن بكمية محدودة تزيد قليلاً عما في نظام الطاقة السريع.

يأتي بعد ذلك النظام الثالث من أنظمة الطاقة وهو النظام الطويل الأمد أو النظام الهوائي، حيث يتمثل هذا النظام في كل من التحلل الهوائي للجلايكوجين والجلوكوز (أي انتقال معظم حمض البيروفيك إلى الميتوكوندريا ودخوله في سلسلة من العمليات الكيميائية بغرض إنتاج الطاقة) وكذلك تحلل الدهون.

ويوضح الجدول رقم (١) قدرات أنظمة الطاقة الثلاثة (أي معدل إنتاج أدينوسين ثلاثي الفوسفات) وكذلك سعاتها (أي كمية الأدينوسين ثلاثي الفوسفات الممكن الحصول عليها عن طريق هذا النظام)، حيث نلاحظ أن النظام الهوائي لديه مخزون كبير من الطاقة، لكن معدل الحصول على الطاقة في هذا النظام يكون بطيئاً، وبالتالي لا يعد المصدر الرئيسي للطاقة عندما تكون شدة الطلب على الطاقة عالية جداً، كما في الجهد البدني العنيف كسباق ١٠٠ متر عدواً.

الجدول رقم (١). قدرات أنظمة الطاقة وسعاتها القصوى.

نظام الطاقة	القدرة القصوى (كمية ATP بالمول/ دقيقة)	السعة القصوى (كمية ATP المتوفرة)
المصدر السريع (ATP - PC)	٣,٦	٠,٧
المصدر القصير الأمد (التحلل اللاهوائي للجلايكوجين والجلوكوز)	١,٦	١,٢
المصدر الطويل الأمد (الهوائي)	١,٠	٩٠,٠

المصدر: Fox, et al. 1988

كيف يُنتج حمض اللبنيك؟

من المعروف أنه عندما ترتفع شدة الجهد البدني ويصبح معدل الطلب على الطاقة عال فإن الجسم يلجأ إلى الطاقة اللاهوائية والتي منها نظام الطاقة القصير الأمد، والمتمثل في التحلل اللاهوائي لكل من جلايكوجين العضلات وجلوكوز الدم، حيث يتحلل جلايكوجين العضلات (وكذلك جلوكوز الدم بعد دخوله إلى العضلة) عبر خطوات كيميائية لينتهي بمركب كيميائي يدعى حمض البيروفيك، الذي سرعان ما يتحول إلى حمض اللبنيك، وينتج عن هذه العمليات الكيميائية إعادة شحن لمركب **ADP** ليصبح **ATP**. إذن يتضح لنا أن حمض اللبنيك هو نتاجاً طبيعياً لعملية التحلل اللاهوائي للجلايكوجين أو الجلوكوز، وذلك عندما يكون الطلب على الطاقة أكبر من قدرة الجسم على توفيرها عن طريق هوائي فقط (هوائي أي باستخدام الأكسجين).

تأثير ارتفاع تركيز حمض اللبنيك على الانقباض العضلي

تقوم العضلات بإنتاج حمض اللبنيك حتى في وقت الراحة، غير أن معدل إنتاج حمض اللبنيك في الراحة يوازي معدل استهلاكه مما يجعل تركيزه في الراحة في كل من العضلات والدم مستقراً تقريباً، حيث لا يتجاوز هذا التركيز مقدار ١,٠ مليمول/ لتر (يزيد أم ينقص قليلاً)، وعندما يتجاوز تركيز حمض اللبنيك في الراحة عن ٢,٠ مليمول/ لتر فإن ذلك يشير إلى حالة مرضية، لكن عندما يؤدي الإنسان جهداً بدنياً عنيفاً فإن إنتاج حمض اللبنيك يرتفع كما أن استخدامه يزداد أيضاً، إلا أن الزيادة في إنتاجه تفوق قدرة الجسم على التخلص منه، مما يقود ذلك إلى ارتفاع تركيزه في العضلات ومن ثم يعبر إلى الدم فيزداد تركيزه أيضاً في الدم.

لكن ما هو دور حمض اللبنيك في حدوث التعب العضلي؟

في الحقيقة أن حمض اللبنيك في حد ذاته لا يسبب التعب العضلي ولكن له دور معقد وغير مباشر، فارتفاع تركيز حمض اللبنيك يؤدي إلى ارتفاع الحموضة في النسيج العضلي (حمض اللبنيك يعطي أيونات اللبنيك وأيونات الهيدروجين، ويعزي لأيونات الهيدروجين انخفاض الأس الهيدروجيني – أي ارتفاع الحموضة)، ويؤدي ارتفاع الحموضة إلى إعاقة عملية الانقباض العضلي (عن طريق إعاقة إطلاق أيونات الكالسيوم وإتحادها مع التروبونين الذي هو مركب بروتيني موجود في العضلة وله دور في عملية الانقباض العضلي)، بالإضافة إلى ذلك فإن ارتفاع الحموضة في حد ذاته يؤدي إلى إبطاء أو حتى إيقاف الخطوات الكيميائية في عمليات التحلل اللاهوائي للجلايكوجين والجلوكوز عن طريق إعاقة عمل الأنزيمات وإبطاء عملية إنتاج الطاقة (الأنزيمات مواد بروتينية مهمتها المساعدة في سرعة التفاعل)، مما يعيق بالتالي عمليات إنتاج الطاقة، لهذا نجد أن المرضى المصابين بمرض مكاردل (**McArdle Disease**)، الذين يفتقدون وجود إنزيم فوسفو فركتو كينيز (أحد الإنزيمات المهمة في عملية تحلل الجليكوجين)، لا يستطيعون إنتاج حمض اللبنيك، وبالتالي لا يتمكنون من القيام بجهد بدني مرتفع الشدة.

هل يستخدم حمض اللبنيك من قبل الجسم؟

على الرغم من الدعاية السيئة حول حمض اللبنيك فإن الجسم يستخدم هذا الحمض في عمليات أيضية، وعلى الرغم من الاعتقاد القديم بأن حمض اللبنيك يعد نتاجاً سيئاً لا قيمة له، إلا أن الدراسات العلمية في السنوات الأخيرة أوضحت أن الجسم يستخدم هذا الحمض كمصدر للطاقة، حيث يمكن استخدامه كوقود من قبل عضلات القلب، ويمكن أن ينتقل من العضلات إلى الدم ومن ثم إلى الكبد حيث يتم تحويله إلى جلايكوجين في الكبد عبر ما يسمى بدورة كوري (Cori cycle)، بل أن البحوث الحديثة تشير إلى أنه يمكن أكسدته (أي استخدامه في عمليات الطاقة الهوائية) واستخدامه كوقود من قبل الألياف العضلية البطيئة الخلجة فيما يسمى بعملية النقل المكوكي لحمض اللبنيك (Lactate shuttle) حيث الاعتقاد السائد الآن أن الألياف العضلية السريعة الخلجة تنتج حمض اللبنيك، ويتم انتقاله منها إلى الألياف العضلية البطيئة الخلجة حيث يستخدم هناك كوقود، كما أن بعض البحوث تشير إلى أنه يمكن تحويله إلى جلايكوجين العضلات مباشرة في فترة الاسترداد.

العوامل المؤثرة على إنتاج حمض اللبنيك

يتناسب ارتفاع تركيز حمض اللبنيك في الدم مع شد الجهد البدني المبذول، حيث يبلغ تركيز هذا الحمض أقصاه في سباقات المسافات المتوسطة (كسباقات ٤٠٠م، ٨٠٠م، ١٥٠٠م) أو الرياضات العنيفة ذات الجهد المستمر لمدة تتراوح من دقيقة إلى أقل من عشر دقائق، كالتجديف أو السباحة القصيرة والمتوسطة. وعند قياس تركيز حمض اللبنيك أثناء الجهد البدني القصير الأمد (حوالي دقيقة) فإن تركيز حمض اللبنيك في الدم يبلغ أقصاه بعد عدة دقائق من التوقف عن الجهد البدني (أي في الدقيقة الثالثة أو الخامسة من فترة الاسترداد)، ومرد ذلك أن مدة الجهد البدني تكون قصيرة في هذه الحال لحدوث توازن بين تركيز حمض اللبنيك في العضلات وتركيزه في الدم.

ويتوافر في الوقت الحاضر أجهزة سريعة لقياس تركيز حمض اللبنيك في عينة صغيرة من الدم، حيث لا يتطلب الأمر إلا سحب كمية صغيرة جداً (بضع قطرات) من الدم من شحمة الأذن أو من أحد أصابع اليد، ويتم قياس تركيز حمض اللبنيك في عينة الدم في وقت قصير، بل أن بعض الأجهزة يمكن حملها ونقلها إلى جانب المسبح أو المضمار حيث أنها تعمل بالبطارية، ومن أمثلة تلك الأجهزة ما تنتجه شركة أنالوكاس **Analox** البريطانية أو شركة يلوسبرنج **Yellow Spring** الأمريكية، ويجدر ملاحظة أن تلك الأجهزة تحتاج معايرة وضبط دائمين حتى تعطي نتائج صحيحة.

كما يوجد حالياً أجهزة صغيرة جداً سهلة الحمل حجمها كقبضة اليد، يمكن استخدامها لقياس تركيز حمض اللبنيك في الدم ولا تتطلب إلا حوالي ٥ ميكرو ليتر من الدم وتعطي النتيجة في دقيقة أو أقل، ومن أمثلة هذه الأجهزة جهاز أكيو سبورت (Accusport) وجهاز أكيو ترند (Accutrend) من شركة بورنجر الألمانية، وكذلك جهاز لاكتيت برو (Lactate Pro) من شركة أركراي (Arkray) اليابانية، وجهاز لاكتيت بلس(Lactate Plus) ولاكتيت سكاوت (Lactate Scout).

عند قياس حمض اللبنيك بغرض تقويم أداء اللاعب ينبغي إدراك أن هناك جملة من العوامل التي تؤثر على إنتاج حمض اللبنيك والتي من الضرورة بمكان أخذها بالاعتبار عند تفسير نتائج قياسات حمض اللبنيك، من هذه العوامل ما يلي:

- شدة الجهد البدني: يجب مراعاة شدة الجهد البدني عند مقارنة نتائج اللاعب باختبارات سابقة.
- حجم الدم: حيث يؤثر التغير في حجم الدم على تركيز حمض اللبنيك في الدم، لذا يجب مراعاة ذلك.
- إجراءات سحب الدم: حيث تؤثر إجراءات سحب الدم وتوقيته وموقعه (وريدي أم شعري) على تركيزه ولذا يجب تثبيت هذه العوامل.

ونظراً لأهمية التطرق لنوعية عينات الدم ومواقعها وتوقيتها عند قياس حمض اللبنيك فسنحاول الإشارة لها بتفصيل أكثر هنا.

نوعية عينات الدم ومواقعها

يوجد بشكل عام ثلاث أنواع من عينات الدم التي يتم سبحها بغرض تحليل حمض اللبنيك، وهي إما من الدم الشرياني **(Arterial)** أو من الدم الوريدي **(Venous)** أو من الدم الشعري **(Capillary)** ويمثل الدم الشعري في الواقع خليط من الدم الشرياني والدم الوريدي حيث أنه يكون في الأوعية الشعرية التي تصل الشرايين بالأوردة، ونظراً لصعوبة أخذ عينات من الدم الشرياني وخطورة ذلك في بعض الأحيان، فإن معظم الدراسات التي تناولت قياس حمض اللبنيك في الدم استخدمت عينات من الدم الوريدي أو من الدم الشعري، ونظراً لسهولة أخذ عينات من الدم الشعري ولتوفر العديد من الأجهزة الحديثة التي لا تتطلب إلا بعض قطرات من الدم لتحليل حمض اللبنيك فقد أصبح هذا الإجراء شائعاً، ومن أكثر المواقع استخداماً لعينات الدم الشعري كل من شحمة الأذن وأصابع اليدين، حيث يتم سحب قطرة أو قطرتين فقط من الدم وتحليل تركيز حمض اللبنيك فيها.

ويجدر التنويه إلى أنه في بعض الأحيان وخاصة في الراحة عندما تكون شحمة الأذن أو أصابع اليدين باردة فإن حركة الدم في تلك المناطق تكون محدودة مما يجعل من الصعب الحصول على عينات من الدم، لذا يمكن في هذه الصدد محاولة تسخين أصابع اليد بغمسهما في ماء دافئ لزيادة معدل جريان الدم فيها، كما يمكن خفض مستوى اليد إلى موقع أدنى من موقع القلب حتى يمكن زيادة كمية الدم في الأصابع، مما يسهل عملية سحب الدم الشعري، أما في الحالات التي يتم فيها سحب كميات متعددة من الدم وفي فترات متقاربة كما هو الحال في بعض البحوث، فإن من المستحسن وضع قسطرة في الوريد **(Catheter)** واستخدام محلول ملحي **(Saline)** أو مادة الهيبارين لمنع تجلط الدم في القسطرة.

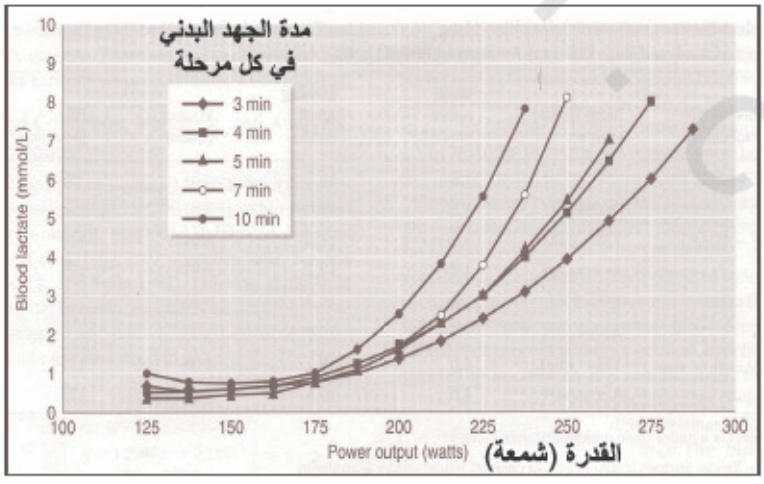
كما يستحسن دائماً تجنب وصول العرق إلى عينة الدم حتى لا يؤثر ذلك على تركيز حمض اللبنيك في تلك العينة، نظراً لاحتواء العرق على حمض اللبنيك، ولهذا يجب أن يمسح مكان سحب عينة الدم بقطعة قطنية قبل

عملية الوخز. ومن المعلوم أن تركيز حمض اللبنيك في عينة من الدم الكامل (Whole blood) يكون أقل من تركيزه في عينة من البلازما بحوالي ١٠٪.

توقيت سحب العينة:

من الضروري جداً تحديد التوقيت الذي تم فيه أخذ عينة الدم، وهل هي بعد الجهد البدني الأقصى مباشرة أم بعده بدقائق، أو عند جهد بدني دون الأقصى، وما نسبة هذا الجهد (مثلاً ٦٠٪ أم ٨٠٪ من الاستهلاك الأقصى للأوكسجين)، والمعروف أن تركيز حمض اللبني في الدم الشعري أو الوريدي بعد جهد بدني أقصى يصل إلى أعلى مداه من ٣-٧ دقائق بعد التوقف مباشرة عن الجهد، على الرغم من الاختلاف الكبير بين الأفراد حيث تشير بعض الدراسات أن الذين يمتلكون تركيز عالٍ من حمض اللبنيك فإن الأمر قد يستغرق وقتاً أطول لوصول حمض اللبنيك إلى أقصى تركيز له (من٧-١٠ دقائق)، كما أن الاستمرار في أداء الجهد البدني بشدة منخفضة بدلاً من التوقف مباشرة يؤثر على التركيز الأقصى لحمض اللبنيك.

كما أنه من الملاحظ في الجهد البدني المتدرج أن مدة المرحلة التي يتم فيها الإبقاء على القدرة (كما في دراجة الجهد) أو السرعة (كما في السير المتحرك) تؤثر على معدل تركيز حمض اللبنيك في الدم، كما هو موضحاً في الشكل البياني رقم (١)، حيث يظهر بوضوح أنه كلما ازدادت مدة الوقت في كل مرحلة من مراحل الجهد البدني المتدرج كلما أزداد معدل تركيز حمض اللبنيك في الدم، خاصة في الشدة المرتفعة (فوق ١٧٥ شمعة)، مما يعكس بطء عملية انتقال حمض اللبنيك من العضلة إلى الدم، وأنه كلما ارتفعت شدة الجهد البدني كلما استغرق من حمض اللبنيك وقتاً أطول ليعكس تركيزه في الدم مقدار إنتاجه من قبل العضلات العاملة.



الشكل البياني رقم (١). تأثير مدة الجهد البدني عند كل مرحلة من مراحل الجهد البدني المتدرج على تركيز حمض اللبنيك في الدم.

(المصدر: Boudron, P. In: *Physiological Tests for Elite Athletes*, 2000, p. 58).

حمض اللبنيك والتدريب البدني

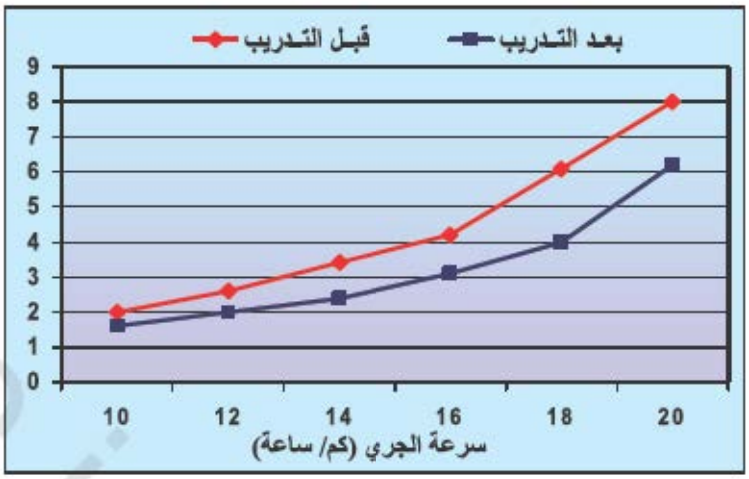
يؤدي التدريب البدني المرتفع الشدة إلى تعويد الرياضي على تحمل تركيز عالٍ من حمض اللبنيك، وبالتالي على زيادة قدرته على التخلص منه، ويتميز الرياضيون الذين يمارسون ذلك النوع من التدريب العنيف الذي لا يدوم لفترة طويلة، مثل رياضيو المسافات المتوسطة ورياضيو التجديف، بقدرتهم على إنتاج كميات عالية من حمض اللبنيك، وكذلك بإمكانيتهم على تحمل تركيز عال من حمض اللبنيك، حيث يصل تركيز هذا الحمض في الدم لديهم إلى ١٨ مليمول/ لتر أو أكثر قليلاً أثناء الجهد البدني العنيف، وهذا في الواقع يعد تركيزاً عالياً جداً لحمض اللبنيك في الدم، ومن المعتاد أن نعتبر تركيز حمض اللبنيك في الدم عالياً (أو بلغ الحد الأقصى) إذا قارب ١٢ مليمول/ لتر أو تجاوزها لدى الرياضيين، كما أن تركيز ٢–٣ مليمول/ لتر يعد منخفضاً ومؤشراً على أن الجهد المبذول دون العتبة اللاهوائية (وهي نقطة الانتقال من الحصول على الطاقة بشكل رئيسي من مصادر هوائية إلى مصادر لاهوائية، ويبدأ فيها حمض اللبنيك بالتصاعد المطرد).

وعند استخدام تركيز حمض اللبنيك في الدم كوسيلة لمراقبة شدة التدريب البدني أو التعرف على مدى التحسن الذي حدث من جراء برنامج تدريبي معين، ينبغي الحذر من المقارنة بين حالتين في ظروف مختلفة (كاختلاف درجة الحرارة الخارجية أو تغير في التغذية الكربوهيدراتية أو ما شابه ذلك)، ويعتقد أن استخدام تركيز حمض اللبنيك في الدم لمراقبة التحسن من جراء التدريب البدني هو إجراء فعال ومهم على المدى الطويل (أي أخذ عينات من الدم وقياس تركيز حمض اللبنيك في ظروف متشابهة ولفترات متعددة).

ومن الإجراءات المتبعة معملياً للعدائيين على سبيل المثال قياس تركيز حمض اللبنيك في الدم عند سرعات معينة على السير المتحرك ثم رسم العلاقة البيانية بين تركيز حمض اللبنيك وسرعة الجري في حالتي ما قبل التدريب وما بعده، ثم ملاحظة التحسن الناجم من التدريب البدني على أيض حمض اللبنيك، حيث من المتوقع أن يؤدي التدريب البدني إلى تأخير اللجوء إلى استخدام الطاقة اللاهوائية (تحسن العتبة اللاهوائية)، وبالتالي تأخير إنتاج حمض اللبنيك عند نفس الشدة السابقة من الجهد.

علاوة على ذلك تتحسن قدرة الجسم على التخلص من حمض اللبنيك، والنتيجة المتوقعة هي انخفاض تركيز حمض اللبنيك عند السرعة نفسها بعد التدريب مقارنة بما قبل التدريب. أما عند قياس مستوى التحسن تبعاً لتركيز محدد من حمض اللبنيك (مثلاً عند ٤ مليمول/ لتر) فإننا نلاحظ أن العداء أصبح بعد التدريب يتمكن من الجري عند سرعات أعلى مما كان الأمر عليه قبل التدريب قُبيل الوصول إلى تركيز ٤ مليمول/لتر.

ويوضح الشكل البياني رقم (٢) ظاهرة التحسن في استجابة تركيز حمض اللبنيك من جراء التدريب البدني، كما يمكن استخدام تركيز حمض اللبنيك في الدم لتخطيط شدة التدريب البدني المراد التدريب عندها، خاصة إذا كان الغرض هو رفع عتبة حمض اللبنيك (العتبة اللاهوائية) وذلك بمحاولة التدريب البدني عند شدة تساوي تلك العتبة أو تزيد عنها قليلاً.



الشكل البياني رقم (٢). تأثير التدريب البدني على تركيز حمض اللبنيك في الدم (مليمول/ لتر)، حيث يلاحظ انخفاض تركيز حمض اللبنيك بعد التدريب البدني أثناء أداء جهد بدني عند نفس الشدة مقارنة بما قبل التدريب.

ومن نافلة القول أن نشير هنا إلى أن سرعة التخلص من حمض اللبنيك بعد أداء جهداً بدنياً عنيفاً تزداد عندما يستمر الفرد في أداء الجهد البدني عند شدة منخفضة بدلاً من التوقف التام، حيث يعتقد أن مرد ذلك هو أن حمض اللبنيك في هذه الحالة يستخدم كوقود عند تلك الشدة المنخفضة من قبل كل من عضلة القلب والألياف العضلية البطيئة الخلجة وبالتالي ينخفض تركيزه في العضلات وفي الدم، ولهذا ينصح المتسابق في أن يستمر على أداء جهد بدني منخفض الشدة (من ٣٠-٤٠٪ من الشدة القصوى) في فترة الاسترداد بعد الانتهاء من السباق بدلاً من التوقف التام، حتى يمكنه من التخلص من حمض اللبنيك بسرعة أكبر، خاصة إذا كان لدى الرياضي مسابقة أخرى أو تصفية لمسابقة رياضية في فترة قصيرة لاحقة.

ملحوظة: جزء من هذا الفصل مقتبس من كتاب فسيولوجيا الجهد البدني: الأسس النظرية والإجراءات المعملية للقياسات الفسيولوجية، للمؤلف، إصدارات جامعة الملك سعود، ٢٠٠٩م.

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. الطاقة الحيوية المستخدمة أثناء الجهد البدني. كتاب وقائع الدورة التدريبية الثالثة في الطب الرياضي، الرياض: الاتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٩٨٨م، ص: ٦١-٨٥.

(٢) الهزاع، هزاع محمد. حمض اللبنيك: هل له علاقة بالتعب العضلي؟ أم هو أداة لمعرفة شدة الجهد البدني؟ مطوية صادرة من الاتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٩٩٥م.

(٣) الهزاع، هزاع محمد. التقويم الفسيولوجي للرياضيين- ضرورة أم ترف؟ *كتاب وقائع الدورة التدريبية السادسة في الطب الرياضي*. الرياض: الاتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٩٩٢م: ١٠١-١١٨.

(٤) الهزاع، هزاع محمد. كيموحيوية الجهد البدني. *مجلة علوم التربية البدنية والرياضة، معهد البحرين الرياضي*، ١٩٩٤م، العدد ٤: ٦٠-٦٢.

المراجع الإنجليزية

(٥) Astrand P O, Hultman E, Juhlin-Dannfelt A, Reynolds G. Disposal of lactate during and after strenuous exercise in human. *J Appl Physiol* 1986, 61: 338-343.

(٦) Belcastro A, Bonen A. lactic acid removal rates during controlled and uncontrolled recovery exercise. *J Appl Physiol* 1975, 39: 932-936.

(٧) Beneke R, Von Duvillard S. Determination of maximal lactate steady state response in selected sports events. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: 241- 246.

(٨) Bishop P, May M, Smith J, et al. Influence of blood handling techniques on lactic acid concentrations. *Int J Sports Med* 1992, 13: 56-59.

(٩) Bishop P, Martino M. Blood lactate measurement in recovery as an adjunct to training: practical consideration. *Sports Med* 1993, 16: 5-13.

(١٠) Bishop P, Smith J. Lactic acid: what it does and does not do. *Physical Educator* 1986, 43: 23-26.

(١١) British Association of Sports Sciences. *Position Statement on the Physiological Assessment of the Elite Competitor*. 1988.

(١٢) Brooks G. Lactate doesn't necessarily cause fatigue: why are we surprised? *J Physiol* 2001; 536:1.

(١٣) Brooks G. Current concepts in lactate exchange. *Med Sci Sports Exerc* 1991, 23: 895-943.

(١٤) Foster C, Snyder A, Thompson N, Kuettal K. Normalizing the blood lactate profile in athletes. *Int J Sports Med* 1988; 9: 198-200.

(١٥) Fox E, Bowers R, Foss R. *The Physiological Basis of Physical Education and Athletics*. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1998.

(١٦) Foxdal P, Sjodin A, Sjodin B, et al. Comparison of blood lactate concentrations during incremental and constant intensity exercise. *Int J Sports Med* 1996, 17: 360-365.

(١٧) Fujitsuka N, Yamamoto T, Ohkuwa T, et al. Peak blood lactate after short periods of maximal running. *Eur J Appl Physiol* 1998, 48: 289-296.

(١٨) Gaesser G, Poole D. Blood lactate during exercise: Time course of training adaptation in human. *Int J Sports Med* 1988, 9: 284-288.

(١٩) Gore C. (ed.). *Physiological Tests for Elite Athletes*. Champaign, Il: Human Kinetics, 2000, Chapters 4 & 6.

(٢٠) Hermansen L, Stensvold I. Production and removal of lactate during exercise in man. *Acta Physiol Scand* 1972, 86: 191-201.

(٢١) Holloszy J. Biochemical adaptations to exercise: aerobic metabolism. *Exerc Sport Sci Rev* 1973; 1: 45-71.

(٢٢) Jacobs I. Blood lactate-Implications for training and sports performance. *Sports Med* 1986, 3: 10-25.

(٢٣) Ivy J, Costill D, Van Handel D, Lower R. Alteration in the lactate threshold with changes in substrate availability. *Int J Sports Med* 1981; 3: 139-142.

(٢٤) Maud P, Foster C. (Eds.) *Physiological Assessment of Human Fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2006.

(٢٥) Sjodin B, Jacobs I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int J Sports Med* 1981; 2: 23-26.

(٢٦) Stainsby W. Biochemical and physiological bases for lactate production. *Med Sci Sports Exerc* 1986, 18: 341-343.

(٢٧) Tesch P, Sharp D, Daniel W. Influence of fiber type composition and capillary density in onset of blood lactate accumulation. *Int J Sports Med* 1981; 2: 252-255.

obeikandl.com

الفصل الرابع والعشرون

فرط التدريب: الأعراض والمؤشرات الفسيولوجية

مقدمة

يحدث أن ينخفض مستوى أداء الرياضي بدون أي أسباب ظاهرة، وتصبح الجرعة التدريبية الاعتيادية عبئاً ثقيلاً عليه، بل أن الأمر قد يصل إلى شعوره بالإنهاك والتعب وتغير المزاج وحتى فقدان الرغبة في التدريب، وقد يستغرق ذلك أسابيع قبل أن يسترد الرياضي مستواه السابق. هذا الانخفاض في المستوى الذي عادة ما يعقب فترة من التدريب العنيف والمنافسات المكثفة كثيراً ما حير المدربين والرياضيين على السواء.

إن الأعراض السابقة ما هي إلا أعراض ما يسمى بحالة (أو ظاهرة) فرط التدريب **(Overtraining)**، خاصة إذا تم استبعاد حدوث التهاب فيروسي للرياضي. فما هي حالة فرط التدريب؟ وما العوامل المسببة لها؟ وهل من مؤشرات موضوعية لحالة فرط التدريب؟ وفوق ذلك كله كيف يمكن التعامل مع حالة فرط التدريب؟

ما هي حالة فرط التدريب؟

هي حالة يكون فيها العبء الملقى على الجسم من جراء التدريب البدني أكبر من قدرة الجسم على تحمله، وبالتالي، فبدلاً من تحسن مستوى الرياضي، نجد أن أداءه ينخفض. إذاً، فرط التدريب هو حالة من تدهور مستوى الرياضي، وازدياد شعوره بالتعب والإرهاق من جراء الجرعة التدريبية الاعتيادية، مع ما يصاحب ذلك من أوجاع في العضلات وتغير في المزاج.

وتشير بعض الدراسات أن زيادة شدة التدريب وحجمه لمدة لا تتجاوز ١٠ أيام فقط قد يقود الرياضي إلى حالة من الإرهاق والتعب وتدهور مستوى الأداء، وإذا لم يحصل على راحة كافية فإن حالته ستتطور إلى ظاهرة فرط التدريب.

بكلمات أخرى، يمكن القول بكل بساطة، أن فرط التدريب ما هو إلا نتيجة للإفراط في التدريب مع التفريط في الراحة، أي الإخلال بأهم قاعدتين من قواعد علم التدريب الرياضي، فالمعروف أن التدريب

الرياضي مبني على عدة قواعد، من أهمها قاعدتي زيادة العبء (أو زيادة الحمل) والتدرج. فقاعدة زيادة العبء (Over load) توصي بإجهاد أجهزة الجسم بعبء إضافي حتى يحدث التكيف الفسيولوجي المنشود، إلا أن تلك القاعدة المهمة لا يؤخذ بها بمعزل عن القاعدة الثانية التي لا تقل أهمية عن الأولى وهي قاعدة التدرج (Progression)، لكن عندما يحدث اختلال في التوازن بين هاتين القاعدتين المهمتين، فإن احتمالات حدوث فرط التدريب لدى الرياضي تكون واردة.

ويبدو أن المدربين والرياضيين على السواء، تحت ضغط المنافسات الرياضية وتحطيم الأرقام القياسية، ينحون تجاه زيادة حجم التدريب وشدته بصورة لم يسبق لها مثيل، حيث تشير التقديرات إلى أن مستوى التدريب البدني من حيث الشدة والحجم قد ازداد في العقدين الماضيين بمعدل يتجاوز ٢٠٪ مقارنة بالسابق.

ما هي العوامل المؤدية إلى حدوث حالة فرط التدريب؟

على الرغم من أن ظاهرة فرط التدريب ليست حالة مرضية يمكن معرفة وتتبع العوامل المؤدية لها، إلا أن هناك جملة من العوامل المهيأة لحدوث حالة فرط التدريب لدى الرياضي، هذه العوامل الموضحة في الجدول رقم (١)، يمكن تقسيمها إلى عوامل داخلية وأخرى خارجية، فالعوامل الداخلية تشمل صحة الرياضي العامة وتغذيته، وحالته المزاجية ونوع شخصيته، حيث أن الشخصية من نوع أ أقرب لاحتمالات الإصابة بحالة فرط التدريب، بالإضافة إلى عوامل فسيولوجية مرتبطة بالوراثة، وكذلك عمر الرياضي ونوع الجنس (الإصابة بفرط التدريب أكثر لدى الرجال منه لدى النساء).

أما أهم العوامل الخارجية فتتمثل في شدة التدريب البدني وحجمه (مدة التدريب وتكراره الأسبوعي)، ومقدار الضغوط النفسية والاجتماعية والاقتصادية الواقع تحتها الرياضي، والظروف المناخية المحيطة به، ومدى حصول الرياضي على كفايته من النوم، ومدى تكرار إصابته بالعدوى الجرثومية، وعوامل أخرى مثل التدخين والأدوية التي يتعاطاها الرياضي وتغير التوقيت من جراء السفر من مكان لآخر.

بالإضافة على ما سبق من قول، يمكن أن نورد بعض السيناريوهات التي تصور الحالة التي يكون عليه الرياضي، والتي يمكن لها أن تقود إلى حالة فرط التدريب، وذلك على النحو التالي:

- دخول الرياضي في حلقة مفرغة من التدريب الشاق المتواصل مع عدم تحسن مستوى أداءه، يقوده إلى زيادة حمل التدريب بصورة غير متدرجة، ظناً منه إن سبب عدم تحسن مستواه يكمن في نقص التدريب، مما يؤدي في النهاية إلى حدوث حالة فرط التدريب.
- يحدث أن يكون الرياضي في لياقة بدنية جيدة جداً، مما يجعله يشارك في العديد من المنافسات الرياضية الشديدة، وبالرغم من أن التعب والإجهاد قد يحل به نتيجة لمشاركاته المكثفة، إلا أنه يستمر في المشاركة رغم شعوره بالإنهاك الجسدي والنفسي، مما يقود في النهاية إلى حدوث حالة فرط التدريب.

• قد يصاب بعض الرياضيين المتميزين بالتهاب فيروسي أثناء قمة استعداده لمنافسة مهمة بالنسبة له، مما يوقفه عن التدريب لبعض الوقت، لكن مع اقتراب موعد المنافسة، فإن الرياضي يزيد من شدة العبء التدريبي بشكل غير متدرج، بغرض تعويض النقص في التدريب من جراء توقفه بسبب المرض، الأمر الذي يقود إلى إنهاك أكثر وتعب أشد، وفي النهاية يحل به فرط التدريب من حيث يدري أو لا يدري.

الجدول رقم (١). العوامل المهيأة للإصابة بحالة فرط التدريب.

عوامل داخلية:	عوامل خارجية:
• الصحة العامة للرياضي.	• شدة التدريب البدني.
• تغذية الرياضي.	• حجم التدريب البدني (مدته وتكرار ممارسته في الأسبوع).
• الحالة المزاجية للرياضي.	• الضغوط النفسية والاجتماعية والاقتصادية على الرياضي.
• نوع شخصية الرياضي (نوع أ).	• الظروف المناخية المحيط بالرياضي.
• عوامل وراثية فسيولوجية.	• كمية النوم ونوعيته.
• العمر.	• الالتهابات الجرثومية التي يصاب بها الرياضي.
• نوع الجنس.	• الأدوية التي يتعاطاها الرياضي.
• الدورة الشهرية بالنسبة للمرأة.	• التدخين والكحول.
	• السفر من مكان لآخر (وتغير التوقيت).

المصدر: Uusitalo, A, Phys & Sportsmed, 2001

ما هي أعراض ومؤشرات حالة فرط التدريب؟

على الرغم من أن تشخيص حالة فرط التدريب يعد صعباً في بعض الأوقات، إلا أن عدداً من البحوث والدراسات العلمية تناولت بعض المؤشرات التي يمكن الاستدلال بها على حالة فرط التدريب، خاصة عندما يتم استبعاد حدوث التهابات جرثومية للرياضي أو حدوث إصابة عضلية أو هيكلية له.

تنقسم الأعراض الشائعة لحالة فرط التدريب لدى الرياضي إلى ثلاثة أقسام، كما هو موضحاً في الجدول رقم (٢)، فهناك أعراض مرتبطة بالتدريب ذاته، حيث يشعر الرياضي في حالة إصابته بفرط التدريب أنه يمارس تدريباته الاعتيادية عند شدة أعلى مما سبق، ويرتفع معدل ضربات القلب عند أقل جهد بدني، دليلاً على أن العبء التدريبي أصبح صعباً عليه، كما أن مستوى أداء الرياضي في اختبارات تعبر عن التحمل أو السرعة أو القدرة يتدهور مقارنة بما سبق من اختبارات. بالإضافة إلى ما سبق، هناك مجموعة من الأعراض البدنية وغير البدنية، التي من ضمنها الشعور بالتعب والآلام العضلية، وقلة النوم والشهية والشعور بالكآبة وصعوبة التركيز، مع كثرة حدوث حالات الرشح والأنفلونزا للرياضي.

الجدول رقم (٢). الأعراض الشائعة لحالة فرط التدريب.

أعراض مرتبطة بالتدريب	أعراض بدنية	أعراض غير بدنية
تبدو الحصة التدريبية أصعب مما ينبغي	تعب مستمر	صعوبة النوم
الشعور بالتعب المبكر أثناء التدريب	آلام عضلية مستمرة	سرعة الشعور بالتعب
ارتفاع معدل ضربات القلب عند اقل جهد بدني	قلة الشهية	الشعور بالكآبة
انخفاض في القوة العضلية	زيادة في أوجاع الجسم	انخفاض الدافعية
تدني في التوافق الحركي	كثرة إصابات الإجهاد	صعوبة التركيز
تدهور مستوى أداء الرياضي في اختبارات التحمل والسرعة والقدرة	تكرار الإصابة بالرشح والأنفلونزا	

المصدر: Hawley C & Schoene R, Phys & Sportsmed, 2003

ومن المؤشرات الفسيولوجية التي يمكن أن يستدل من خلالها على حدوث حالة فرط التدريب ما يلي:

• ارتفاع معدل ضربات القلب في الصباح الباكر بمجرد الاستيقاظ من النوم، لهذا من المستحسن لكل رياضي أن يعتاد على قياس معدل ضربات قلبه بعد الاستيقاظ من النوم مباشرة وقبل أن يغادر سريره، حيث يعتقد أن زيادة معدل ضربات القلب بمقدار ٤–٥ ضربات في الدقيقة مع استمرارها على ذلك لمدة ثلاثة أيام متتالية مؤشراً على حدوث حالة فرط التدريب، خاصة عند استبعاد الإصابة بالالتهابات الفيروسية أو الإصابة بالبرد.

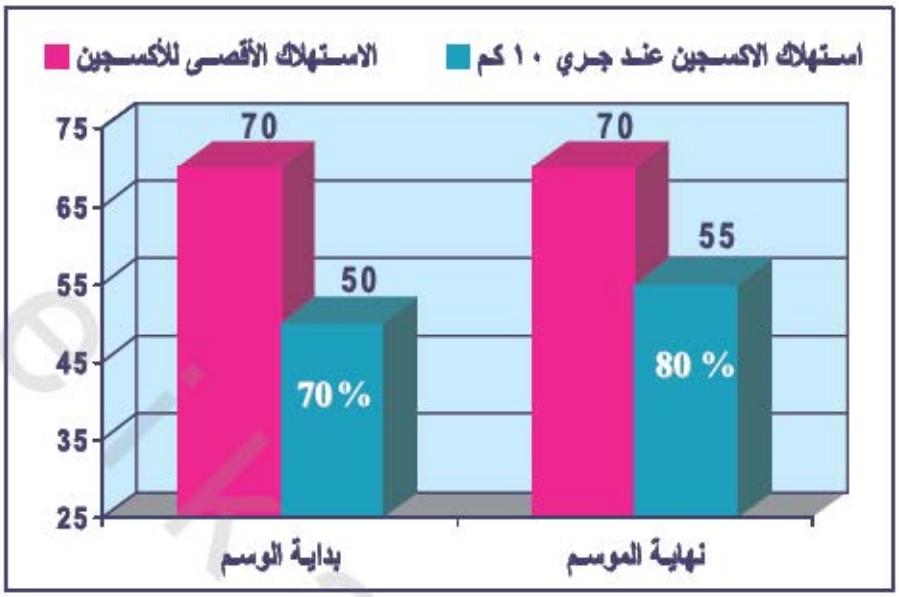
• بطء استرداد (استعادة) معدل ضربات القلب في الراحة بعد جهد بدني. أي أن معدل ضربات القلب يستغرق وقتاً أطول من المعتاد للعودة إلى معدل الراحة، بعد الانتهاء من أداء جهداً بدنياً.

• انخفاض تركيز حمض اللبنيك الأقصى بعد جهد بدني أقصى.

• انخفاض مستوى الجهد البدني الأقصى الذي يمكن للرياضي من الوصول إليه مقارنة بمستواه في الأيام السابقة لحدوث حالة فرط التدريب.

• ارتفاع مستويات كل من استهلاك الأكسجين والتهوية الرئوية وضربات القلب وحمض اللبنيك عند عبء دون الأقصى، مقارنة بما كان الأمر عليه قبل حدوث حالة فرط التدريب، ويوضح الرسم البياني رقم (١) حالة عداء أصيب بفرط التدريب في نهاية الموسم، وعلى الرغم من عدم تأثر استهلاكه الأقصى للأكسجين، إلا أن معدل استهلاك الأكسجين لدية أثناء جري ١٠ كم (بنفس الزمن الذي كان معتاداً أن ينهي فيه السباق) أصبح مرتفعاً، حيث أصبح ٥٥ مليلتر/كجم من وزن الجسم في الدقيقة مقارنة مع ٥٠ مليلتر/كجم في الدقيقة، وصار يمثل ما نسبته ٨٠ ٪ من استهلاكه الأقصى للأكسجين مقارنة مع ٧٠٪ قبل الإصابة بحالة فرط التدريب.

على أنه يجدر التنبيه إلى احتمالات حدوث بعض من هذه الأعراض المشار إليها أعلاه لدى الرياضي بدون أن يكون هناك ارتباط وثيق بينها وبين حالة فرط التدريب، ذلك أن هذه الأعراض قد تشير أحياناً إلى بعض الأمراض غير الظاهرة، والتي يمكن أن يصاب بها الرياضي، لذا لا بد أولاً وقبل الحكم على إصابة الرياضي بحالة فرط التدريب من استبعاد حدوث أي أمراض أخرى من خلال الفحوص الطبية التي تجرى للرياضي.



الشكل البياني رقم (١). كفاءة الجري (بناءً على معدل استهلاك الأكسجين (مليلتر/كجم في الدقيقة)) لدى عداء بعد إصابته بحالة فرط التدريب في نهاية الموسم.

(المصدر: Costill D. Inside Running: Basics of Sports Physiology, 1986).

كما ينبغي أن نتأكد من أن الرياضي لا يعاني من المشكلات التالية التي يمكن أن تعطي الأعراض نفسها التي تظهر في حالات فرط التدريب:

- حدوث إجهاد عصبي ونفسي للرياضي قد يقود إلى انخفاض مستواه وحدوث ما يشبه حالة فرط التدريب.
- انخفاض مستوى جلايكوجين العضلات إلى حد متدني يؤدي إلى حدوث التعب المبكر للرياضي، وعدم قدرته على أداء الجهد البدني المرتفع الشدة. لذا ينبغي العناية بتغذية الرياضي التغذية السليمة وخاصة كفايته من المواد الكربوهيدراتية التي تحافظ على مخزون العضلات من الجلايكوجين.
- عند محاولة الرياضي خفض وزنه، فقد يختل ميزان تغذيته السليمة، خاصة إذا تزامن ذلك مع التدريبات البدنية الشاقة، فيشعر الرياضي بالإرهاق والتعب العضلي مبكراً.
- حدوث نقص في عنصر الحديد لدى الرياضي يقود إلى أنيميا حقيقة، مما يجعله يشعر بالتعب والإنهاك نتيجة لانخفاض تركيز الهيموجلوبين وبالتالي انخفاض السعة الأكسجينية للدم.
- إن حدوث فقدان للسوائل (جفاف) من الممكن أن يجعل أداء الرياضي ينخفض، لذا من الضروري أن ينتبه الرياضي لتعويض السوائل المفقودة عن طريق العرق على الدوام.

obeikandl.com

• إصابة الرياضي بالتهاب فيروسي أثناء الموسم يؤدي إلى إجهاد جسمه، وقد يستغرق الأمر بعض الوقت حتى يسترد الرياضي عافيته.

• هناك أيضاً أسباب أخرى من الممكن تقود إلى انخفاض مستوى الرياضي مثل حساسية موسمية، الربو الناجم عن الجهد البدني، قلة النوم.

هل يمكن التنبؤ بحدوث حالة فرط التدريب؟

على مر العقود الماضية، كان موضوع فرط التدريب والقدرة على التنبؤ به، مثار اهتمام علماء فسيولوجيا الجهد البدني وأطباء الرياضة، ولقد أجريت الكثير من الاختبارات الفسيولوجية على العديد من الرياضيين المتميزين الذين يشتبه بإصابتهم بحالة فرط التدريب.

لقد كان اهتمام العلماء منصباً على إيجاد اختبار أو أكثر من الاختبارات الكيموحيوية التي يمكن إجراءها دورياً، وبالتالي التنبؤ بقرب حالة فرط التدريب، مما يساعد الرياضي على تجنبها. لكن بعد فترة من الزمن، وعلى الرغم من المعرفة الجيدة التي تم التوصل إليها في هذا الشأن، إلا أن التنبؤ بحالة فرط التدريب ما يزال أمراً صعباً. ويعتقد أن مرد ذلك يعود إلى أن معظم المتغيرات التي يتم قياسها لدى الرياضي يرتفع تركيزها أصلاً في حالة زيادة العبء التدريبي للرياضي.

على أن أكثر المؤشرات التي استخدمت للتنبؤ بحالة فرط التدريب لدى الرياضيين، والتي يعتقد الكثير من العلماء أن لها فائدة في الاستدلال بحالة فرط التدريب هي على النحو التالي:

تركيز هرمون الكورتيزول في الدم (Cortisol)

ينتج هرمون الكورتيزول من قشرة غدة الكظر (Adrenal Cortex)، وهي الغدة الموجود في أعلى الكليتين، وهو بالإضافة إلى هرمون الكاتوكولامين (Catecholamine) الذي يفرز من نخاع غدة الكظر (Adrenal medulla) يعدان من هرمونات الإجهاد، التي يتم إفرازها لمجابهة الإجهاد والضغوط الحاصلة على الفرد في حياته اليومية، ومن الوظائف الرئيسية لهرمون الكورتيزول تنشيط عملية تصنيع الجلوكوز من مواد أخرى غير كربوهيدراتية (Gluconeogenesis)، مثل الأحماض الأمينية، وحمض اللبنيك، والجليسرول القادم من تحلل الدهون.

يكون في دم الشخص أثناء الراحة تركيز معقول من هرمون الكورتيزول، لكن هذا التركيز يرتفع إلى ضعفين أو ثلاثة بعد القيام بجهد بدني لمدة ساعة مقارنة بتركيزه في الراحة. أما في حالة حدوث فرط التدريب لدى الرياضي، فإن تركيز هرمون الكورتيزول في الراحة يظل مرتفعاً، كما أن تركيزه أثناء الجهد البدني لا يزداد.

تركيز هرمون التستوستيرون في الدم (Testosterone)

يسمى أيضاً هرمون الذكورة، وهو يفرز من الخصيتين، وهو المسئول عن مظاهر الرجولة عند فترة البلوغ لدى الشاب. من وظائف هرمون التستوستيرون زيادة الكتلة العضلية في الجسم وزيادة عدد كرات الدم الحمراء.

يرتفع تركيز هـذا الهرمون استجابة للجهد البدني، كما هو حال هرمون الكورتيزول. أما في حالة فرط التدريب، فإن هرمون التستوستيرون يصبح منخفضاً في الراحة، ولا يرتفع بشكل طبيعي أثناء الجهد البدني.

تركيز هرمون النورإبينفرين في بلازما الدم (Norepinephrine)

يعتقد البعض أن ارتفاع تركيز هرمون نورإبينفرين في البلازما إلى ما فوق مستوى ٣٠٠ بيكوجرام في اللتر بعد الانتهاء من الجهد البدني يعد مؤشراً على حدوث حالة فرط التدريب. إلا أن آخرين يرون أن ارتفاع تركيز هرمون نورإبينفرين يعكس فقط العبء التدريبي، وليس مؤشراً على حدوث حالة فرط التدريب.

تركيز الجلوتامين في البلازما (Glutamine)

يعد الجلوتامين أحد الأحماض الأمينية المهمة لعدد من وظائف الجسم، ومن بينها وظائف الجهاز المناعي. يرتفع تركيز الجلوتامين نتيجة للإجهاد والضغوط الحاصلة على الشخص، لكن تركيزه سرعان ما ينخفض بعد استعادة الشخص لعافيته. أما في حالة حدوث حالة فرط التدريب، فإن تركيز الجلوتامين في البلازما يبقى منخفضاً، لذا فإن معدل تركيزه في بلازما الدم يستخدم كمؤشر على حدوث حالة فرط التدريب.

اختبار روسكو لكشف حالة فرط التدريب

طور العالم الفنلندي روسكو (Rusko) اختباراً بسيطاً للكشف عن بداية ظهور أعراض فرط التدريب، وذلك من خلال عمله مع العديد من الرياضيين الفنلنديين المتميزين في رياضة تزلج الضاحية.

يتلخص الاختبار في رصد معدل ضربات القلب في ثلاث حالات (باستخدام جهاز رصد ضربات القلب، أو باستعمال تحسس نبض القلب)، وذلك على النحو التالي:

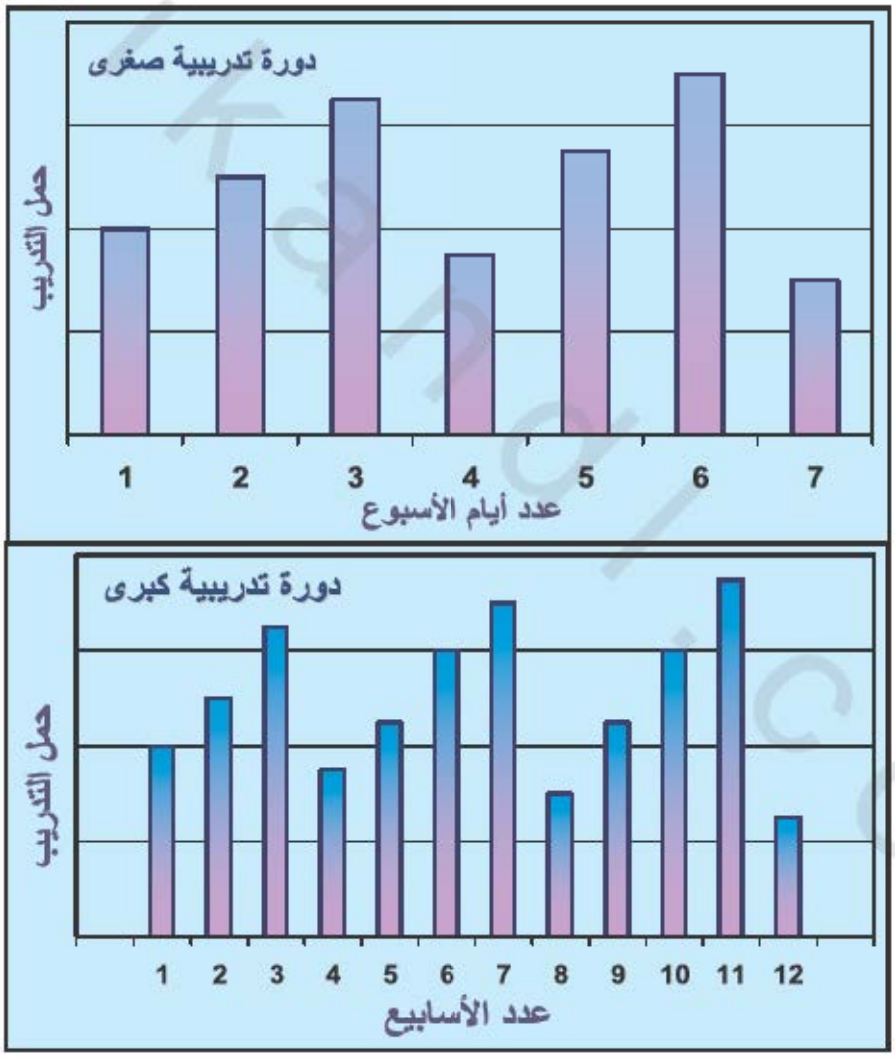
- إجراء رصد لمعدل ضربات القلب أثناء الاستلقاء لمدة ١٠ دقائق.
- بعد انتهاء الدقائق العشر، على الشخص أن يقوم واقفاً ويرصد معدل ضربات قلبه بعد ١٥ ثانية من الوقوف.
- ثم يرصد معدل ضربات قلبه مرة أخرى فيما بين الثانية ٩٠ والثانية ١٢٠ بعد الوقوف.
- على الشخص بعد ذلك ملاحظة التغيرات في معدل ضربات القلب أثناء هذه الأوضاع الثلاثة على مر الأسابيع.

وبناءً على اختبار روسكو، يمكن الاستدلال على بداية حدوث حالة فرط التدريب عندما تزداد معدلات ضربات القلب عن الأيام العادية بأكثر من ١٠ ضربات في الدقيقة في حالتي القياس أثناء القيام من الاستلقاء (عند ١٥ ثانية، وعند ٩٠–١٢٠ ثانية بعد الوقوف).

ينبغي التنبيه هنا أنه لا بد أن تكون جميع الظروف التي يتم فيها قياس معدلات ضربات القلب متشابهة، أي أن تكون الإجراءات واحدة، وأن يكون الرياضي تحت نفس الظروف المناخية (درجة الحرارة المحيطة به ونسبة الرطوبة في مكان القياس)، وأن لا تكون درجة حرارة الرياضي الداخلية مرتفعة، نتيجة لإصابته برشح أو أي التهاب آخر. ذلك أن تغير الظروف المحيطة بالرياضي تؤثر حتماً على قياس معدلات ضربات القلب.

كيف يتجنب الرياضي حدوث حالة فرط التدريب

يبدو أن أفضل الطرق لتفادي حدوث فرط التدريب هو تجنب زيادة الحمل التدريبي بصورة كبيرة ومفاجئة، والحرص على إعطاء اللاعب فترة راحة كافية بعد التدريب العنيف، خاصة عندما يكون الرياضي يجابه ضغوطاً أخرى بجانب التدريب البدني، كما ينبغي للمدرب والرياضي أن يتذكرا القول الذي مفاده " من الأفضل للرياضي أن يكون ناقص التدريب من أن يكون مفرطاً فيه. ويوضح الشكل البياني رقم (٢) كيف ينبغي أن يكون عليه حمل التدريب في كل من الدورة الصغرى والدورة الكبرى، بحيث يسمح بحدوث فترة من التدريب المنخفض الشدة بعد فترة من التدريب العنيف، حتى يتيح للجسم أن يسترد بشكل كاف.



الشكل البياني رقم (٢). ينبغي أن يعقب الحمل التدريبي المرتفع الشدة فترة تدريب ينخفض فيها حمل التدريب، حتى يتمكن الجسم من الاسترداد (Recover).

كما ينبغي على المدرب التدرج في الشدة وفي حجم التدريب (المدة والتكرار) حتى لا يقود زيادة العبء (الحمل التدريبي) إلى حدوث فرط تدريب لدى الرياضي، ويوضح الجدول رقم (٣) برنامج تدريبي لشدة تدريبات الأثقال موزع على ١٠ أسابيع (دورة متوسطة) ويمثل كل أسبوع من هذه الأسابيع دورة تدريبية صغرى.

الجدول رقم (٣). برنامج تدريبي يوضح شدة تدريبات الأثقال موزع على ١٠ أسابيع (دورة متوسطة) ويمثل كل أسبوع من هذه الأسابيع دورة تدريبية صغرى.

الأسبوع	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠
شدة الحمل (٪ من التكرار الأقصى)	٧٠٪	٧٥٪	٨٠٪	٦٥٪	٨٥٪	٧٥٪	٨٠٪	٨٥٪	٧٠٪	٩٠٪

لكن ما العمل في حالة حدوث فرط التدريب؟

إذا حدث فرط التدريب على الرغم من كل المحاولات لتجنب حدوثه، فإن أفضل علاج لفرط التدريب هو أخذ قسطاً من الراحة والابتعاد كلية عن جو التدريب لمدة أسبوعين.

بعد فترة الراحة، على الرياضي أن يستأنف تدريباته البدنية عند شدة منخفضة، ثم يقوم بزيادة الشدة والمدة بالتدريج، كما ينبغي أن يهتم الرياضي بتغذيته، حيث عليه التأكد بالذات من حصوله على كفايته من الأغذية الغنية بمضادات الأكسدة مثل فيتامين ج وفيتامين (E)، كما ينبغي عليه أن يبتعد عن الضغوط النفسية والاجتماعية، وأن يحصل على قسطاً كافياً من النوم.

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. ظاهرة فرط التدريب: المؤشرات الفسيولوجية. مجلة علوم الطب الرياضي، الاتحاد العربي للطب الرياضي، البحرين، ١٩٩٣م، العدد الأول، ١٩٨٨: ٥٧-٦١.

المراجع الإنجليزية

(٢) Budget R. Overtraining syndrome. *Br J Sports Med* 1990, 24: 231-236.

(٣) Costill D. *Inside Running: Basics of Sports Physiology*, 1986.

(٤) Dressendorfer R. Increased morning heart rate in runners: a valid sign of overtraining. *The Phys Sportsmed* 1985, 13 (8): 77-86.

(٥) Felmann N. Hormonal and plasma volume alterations following endurance exercise. *Sports Med* 1992, 13: 37-49.

(٦) Fry R, Morton E, Keast D. Overtraining in athletes: an update *Sports Med* 1991, 12: 31-65.

(٧) Hawley C, Schoene R. Overtraining syndrome. *The Phys Sportsmed* 2003, 31 (6): 25-31.

(٨) Kuipers H, Keizer H. Overtraining in elite athletes: Review and direction for the future. *Sports Med* 1988, 6: 79-92.

(٩) Lehmann M, Foster C, Keul J. Overtraining in endurance athletes: a brief review. *Med Sci Sports Exerc* 1993, 25: 854-862.

(١٠) Lehmann M, Foster C, Dickhuth H, et al. Autonomic imbalance hypothesis and overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc* 1998, 30: 1140-1145.

(١١) Lehmann M, Mann H, Gastmann U, et al. Unaccustomed high-mileage vs intensity training-related changes in performance and serum amino acid levels. *Int J Sports Med* 1996, 17: 187-192.

(١٢) Rusko H, Hakonen M, pakarinen A. Overtraining effects on hormonal and autonomic regulation in young cross-country skiers. *Med Sci Sports Exerc* 1994, 26 (5): s 65.

(١٣) Rowbottom D, Keast D, Garcia-Webb P, et al. Training adaptation and biological changes among well-trained male triathletes. *Med Sci Sports Exerc* 1997, 29: 1233-1239.

(١٤) Shephard R, Shek P. Acute and chronic over-exertion: do depressed immune responses provide useful markers? *Int J Sports Med* 1998, 19: 159-171.

(١٥) Uusitalo A. Overtraining: making a difficult diagnosis and implementing targeted treatment. *The Phys Sportsmed* 2001, 29 (5):35-50.

(١٦) Uusitalo A, Uusitalo AJ, Rusko H. Heart rate and blood pressure variability during heavy training and overtraining in female athlete *Int J Sports Med* 2000, 21: 45-53.

Obeikandl.com

الفصل الخامس والعشرون

الإيقاع البيولوجي والأداء الرياضي: إرشادات للرياضيين

مقدمة

أودع الله سبحانه وتعالى في جسم الإنسان ما يسمى بالساعة البيولوجية (الحيوية)، هذه الساعة البيولوجية الداخلية تخضع للإيقاع اليومي الاعتيادي للفرد (النهار والليل، واليقظة والنوم)، وعليه فإن جميع المتغيرات البيولوجية تتزامن مع الإيقاع اليومي للفرد بما في ذلك درجة نشاط الجسم، ودرجة حرارته الداخلية، وضربات قلبه، وضغط دمه، وتركيز الهرمونات في جسمه.

ويعتقد العلماء أن هناك أوقات محددة من اليوم يكون الفرد خلالها في أفضل حالاته، كما يعتقد المختصون أيضاً أن محاولة إرباك الإيقاع اليومي للفرد عبر تغيير فترات نومه ويقظته، أو من خلال سفره إلى أماكن أخرى ذات فرق في التوقيت الزمني (يزيد بمقدار ساعتين أو أكثر عما في بلده، مثل السفر عبر القارات) يؤدي إلى إرباك إيقاعه البيولوجي مما يتطلب الأمر فترة من التأقلم تختلف من إنسان لآخر.

في هذه المقالة سوف أتناول بإيجاز موضوع الإيقاع البيولوجي ملقياً الضوء على علاقة الإيقاع البيولوجي بالأداء البدني، ومستعرضاً بعض الإرشادات المهمة للرياضيين.

التدريب في الصباح أم في المساء؟ كلاهما جيد، لكن ما هو الأفضل؟

في ظل المعلومات السابقة التي تشير إلى أن كثيراً من الوظائف البيولوجية (الحيوية) في الجسم لها فترات ذروة وفترات انخفاض. هل من الأفضل إجراء التدريبات البدنية (أو المسابقات) في الصباح أم المساء؟ قبل محاولة الإجابة عن هذا السؤال يجدر الإشارة إلى أن كلمة الصباح تعني الساعات المبكرة حتى ما قبل الظهر (٦-١١ صباحاً)، بينما تعني كلمة المساء فترتي العصر والمساء (٤-١٠ مساءاً).

والمعروف أن درجة حرارة الجسم الداخلية، ودرجة الاستثارة، والقوة العضلية، والمرونة المفصلية تبلغ ذروتها في الفترة المسائية (بعد العصر)، أما ضربات القلب في الراحة وضغط الدم فتكون في أعلى مستوياتها في

الفترة الصباحية المتأخرة وبداية فترة الظهر، وذلك نتيجة لتأثير هرمونات الإجهاد (الأبينيفرين والنورابينيفرين والكورتيزول) على تلك العوامل. لكن في الفترة المسائية فإن ضربات القلب في الراحة تنخفض، مما يساعد على زيادة احتياطي ضربات القلب (الذي يساوي ضربات القلب القصوى – ضربات القلب في الراحة).

أما ما يتعلق بتأثير التوقيت اليومي للتدريب على الأداء البدني، فتشير نتائج مجموعة من الدراسات التي أجريت على كل من لاعبي كرة القدم والسباحين والعدائين والدراجين، إلى أن أدائهم بلغ ذروته في فترة ما بعد العصر وبداية الفترة المسائية. وفي دراسة أخرى وجد أن سرعة الأداء في اختبار الصعود على الدرج وقدرة القفز لأعلى قد تحسنا بنسب تتراوح من ٢-٣٪ في الفترة المسائية مقارنة بالفترة الصباحية. هذا التحسن، على ضآلته، يعد عاملاً حاسماً عندما يرتبط بمستوى تنافسي عالٍ.

كما أن نتائج دراسة أخرى أشارت إلى أن القدرتين الهوائية (الضرورية للرياضات التحملية) واللاهوائية (الضرورية للرياضات التي تعتمد على القوة والسرعة) أظهرتا تحسناً بمقدار ١٠٪ عندما تم اختبار المفحوصين في الفترة المتأخرة من بعد الظهر مقارنة بالفترة المسائية.

خلاصة القول أن كماً كبيراً من الدراسات العلمية يشير إلى أن هناك إيقاعاً يومياً للأداء البدني يبلغ أقصاه في فترة العصر وبداية المساء، إلا أنه يجب أن ندرك أن على اللاعب ممارسة التدريب في الفترات التي يتوقع أن تتم فيها المنافسة، ما أمكنه ذلك، حيث أظهرت نتائج دراسة على مجموعة من المفحوصين تم تقسيمهم إلى مجموعتين، واحدة تتدرب صباحاً وأخرى تمارس التدريب مساءً، أن العتبة اللاهوائية (وهي النقطة الفاصلة بين الطاقة الهوائية والطاقة اللاهوائية، وترتبط ارتباطاً وثيقاً بالأداء البدني) كانت أعلى أثناء اختبار الصباح منها أثناء اختبار المساء لدى المجموعة التي كانت تتدرب في الصباح، والعكس صحيح للمجموعة التي مارست التدريب في المساء، مما يعكس التكيف التخصصي لكل مجموعة تبعاً لتوقيت التدريب.

الإيقاع البيولوجي والمشاركات الخارجية

نتيجة للزيادة الملحوظة في المشاركات الخارجية للفرق والمنتخبات الوطنية، فإن الكثير منها يقطع آلاف الكيلومترات من المسافات للوصول إلى بلد المنافسة، مما يجعل اللاعب والمدرب يصلان إلى ذلك البلد في وقت يكون فيه الإيقاع اليومي (الليل والنهار واليقظة والنوم) مختلفاً عن بلده الأصلي نظراً لفرق التوقيت، وعندما يضاف إلى ذلك ما يصاحب السفر في حد ذاته من تغيير في فترات النوم الاعتيادية للاعب، فإن النتيجة هي عبء وإرهاق لذلك اللاعب مع تغيير في إيقاعه اليومي الذي لم يتزامن بعد مع إيقاعه البيولوجي المضبوط على إيقاع بلده، فهل للسفر، وخاصة لمسافات بعيدة كما في السفر عبر القارات، تأثير على إيقاع اللاعب وأدائه؟ وإذا كان هناك تأثير، فما السبل والوسائل الكفيلة بالحد من ذلك؟

الاعتقاد السائد هو أن فرقاً في التوقيت لساعتين أو أكثر يؤثر على الأداء البدني ، إلا أن المؤكد أنه إذا كان فرق التوقيت يصل إلى ثلاث ساعات أو أكثر فسوف يكون التأثير واضحاً على الأداء البدني للاعب ، ما لم يحصل نوع من التأقلم على التوقيت الجديد ، وذلك بالوصول إلى بلد المنافسة قبل بدايتها بوقت كاف.

ولتوضيح ذلك فلنفترض أن فريقاً لكرة القدم يمارس تدريباته الاعتيادية في بلده من الساعة الرابعة عصراً حتى السادسة مساءً ، وأن هذا الفريق سيغادر إلى بلد ما في اتجاه الشرق بفارق توقيت زمني يبلغ ٥ ساعات ، وعليه فإن هذا الفريق عندما يصل إلى بلد المنافسة ويجري تدريباته الاعتيادية (أو يلعب مباراة) في الرابعة عصراً بتوقيت ذلك البلد يكون الوقت في البلد الأصلي للاعب هو الحادية عشرة صباحاً. فإذا لم تكن الساعة البيولوجية قد تأقلمت (يلزم عدة أيام للتأقلم كما سيأتي لاحقاً) فإن الأداء البدني لهذا الفريق لن يكون مثالياً على الإطلاق.

والمعروف أن السفر عبر القارات له تأثيرات سلبية على الأفراد عموماً والرياضيين على وجه الخصوص ، وتتمثل معظم الأعراض في حدوث اضطرابات في النوم نتيجة لتغير مواعيد النوم واليقظة ، وصعوبة في التركيز ، والشعور بالتعب والإنهاك ، والعصبية ، والاكتئاب ، وفقدان الشهية ، واضطرابات في الهضم. كل هذه الأعراض مع الاختلافات التي تحدث في توقيت فترات التدريب أو المنافسة ، تؤدي إلى التأثير سلباً على الأداء البدني للرياضي.

وتشير دراسة على الرياضيين الأولمبيين البريطانيين المشاركين في الدورة الأولمبية في مدينة أتلانتا الأمريكية (والذين أقاموا معسكراً في ولاية فلوريدا قبل الدورة) أن أدائهم البدني في اختبارات للقوة العضلية وسرعة رد الفعل قد تأثر سلباً لمدة ٥ أيام بعد رحلتهم من بريطانيا إلى ولاية فلوريدا ، كما أن الأعراض المصاحبة للسفر استمرت مع معظمهم حتى مرور خمسة أيام من الوصول إلى ولاية فلوريدا.

بعض الإرشادات المساعدة على مجابهة فرق التوقيت

- يستحسن الوصول إلى بلدة المنافسة قبل عدة أيام من بدئها حتى يتم التأقلم مع الإيقاع اليومي الجديد لبلد المنافسة ، حيث أن تركيز هرمونات الجسم ووظائفه لها إيقاع معين تبلغ ذروتها في أوقات محددة كما أشرت في بداية المقالة ، ومن ثم يلزم بعض الوقت لكي يتأقلم الجسم مع الإيقاع اليومي الجديد. لكن كم من الوقت يلزم لوصول الفريق إلى بلد المنافسة قبل بدئها؟ يعتقد المختصون أنه يلزم يوماً واحداً عن كل ساعة في فرق التوقيت ، ففي حالة وجود فرق في التوقيت مقداره خمس ساعات بين السعودية وإحدى دول شرق آسيا مثلاً ، فيلزم الوصول قبل فترة المسابقة بخمسة أيام ، وهكذا.
- إذا كان من غير الممكن السفر إلى بلد المنافسة بفترة كافية قبل بدء المنافسة فيمكن تعديل مواعيد التدريب (ومواعيد النوم إن أمكن) ، لتتفق مع الفترات المتوقعة للتدريب والنوم في بلد المنافسة ، وذلك قبل السفر بعدة أيام

حتى لا يكون هناك أي اختلاف ملحوظ عند وصول الفريق إلى بلد المنافسة، والمعروف أن تأثير فرق التوقيت على الأداء البدني يكون على أشده عند السفر شرقاً مقارنة بالسفر باتجاه الغرب.

• يستحسن – إذا كان ممكناً – جدولة المسابقة في بلد المنافسة في الصباح إذا كان اتجاه السفر إلى الغرب، أو جدولتها في المساء إذا كان اتجاه السفر إلى الشرق، حتى لا يظهر اختلاف كبير على أداء اللاعبين. ففي دراسة أمريكية حول تأثير السفر غرباً أو شرقاً (٣ ساعات في فرق التوقيت بين شرق الولايات المتحدة الأمريكية وغربها) على معدلات الفوز أو الخسارة لبعض الفرق الأمريكية، وجد أن الفرق التي تسافر من الغرب إلى الشرق تخسر مبارياتها، والسبب أن توقيت المباراة يكون بعد الظهر لدى فرق الشرق بينما الوقت صباحاً لدى فريق الغرب المتعود أفراده على اللعب بعد الظهر، وعندما تلعب فرق الشرق في ضيافة فرق الغرب فإنها تخسر أكثر مباريات المساء لأن توقيت المباراة المناسب لفريق الغرب (الثامنة مساءً) يعني أن الساعة قد تجاوزت الحادية عشرة مساءً لفريق الشرق.

• من الإجراءات التي يمكن للاعب أن يقوم بها لتعويد نفسه على التوقيت الجديد أن يضبط ساعته اليدوية على التوقيت الجديد بمجرد ركوبه الطائرة متجهاً إلى بلد المنافسة.

• عند الوصول إلى بلد المنافسة يحبذ أن يبدأ الفرد في التأقلم على أوقات تناول الطعام في ذلك البلد.

• عندما يكون وصول الفريق إلى بلد المنافسة نهاراً، يحبذ الخروج والاختلاط بالمجتمع، ما أمكن، أما عندما يكون الوصول ليلاً فيحبذ المبادرة إلى النوم، حيث إن ذلك يساعد على التأقلم على الإيقاع اليومي لذلك البلد.

• عند توزيع اللاعبين على غرف الإقامة (الفندق مثلاً) يستحسن وضع اللاعبين الذين يميلون إلى السهر في غرف معاً، ووضع اللاعبين الذين ينامون مبكراً في غرف أخرى، حتى لا يحدث إزعاج من بعض اللاعبين للبعض الآخر.

• أخيراً، يجدر الإشارة إلى أن الأفراد يختلفون بدرجة كبيرة في مدى تأثرهم بالتغير في التوقيت اليومي كما أنهم يختلفون أيضاً في درجة تأقلمهم مع الإيقاع اليومي الجديد، حيث تشير الأبحاث إلى أن الأفراد ذوي السمات الشخصية المنفتحة أقل عرضة للتأثر من جراء تغيير الإيقاع اليومي مقارنة مع الأفراد ذوي السمات الانطوائية، وعليه فينبغي على المدرب أخذ ذلك في الحسبان.

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. ممارسة النشاط البدني قبل الأكل أم بعده؟ في الصباح أم في المساء. وقائع المؤتمر العربي الثالث للتغذية، أبو ظبي، ديسمبر ٢٠٠٠م.

(٢) الهزاع، هزاع محمد. الإيقاع البيولوجي: إرشادات للرياضيين. مجلة علوم الطب الرياضي، الاتحاد العربي للطب الرياضي، البحرين، ١٩٩٧م.

(٣) الهـزاع، هـزاع محمـد. الإيقـاع البيولـوجي والأداء البـدني. مطويـة صـادرة مـن الاتحـاد الـسعودي للطـب الرياضي، ٢٠٠٠م.

المراجع الإنجليزية

(٤) Atkinson G, Reilly T. Circadian variation in sports performance. *Sports Med* 1999; 21: 293-320.

(٥) Atkinson G, Drust B, George K, Reilly T, Waterhouse J. Chronobiological considerations for exercise and heart disease. *Sports Med* 2006; 36: 487-500.

(٦) Eichner E. Circadian rhythms . *Phys Sportsmed* 1994; 22 (10): 82-93.

(٧) Eichner E. Circadian timekeepers in sports. *Phys Sportsmed* 1988; 16 (2): 78-88.

(٨) Jehue R, Street D, Huizenga R. Effect of time zone and game time changes on team performance: National Football League. *Med Sci Sports Exerc* 1993; 25: 127-131.

(٩) Loat C, Rhodes E. Jet-lag and human performance. *Sports Med* 1989; 8: 226-238.

(١٠) Manfredini R, Manfredini C, Fersini C, Conconi F. Circadian rhythms and athletic performance and jet lag. *Brit J Sport Med* 1998; 32: 101-102.

(١١) Munnings F. Exercise: Is any time the prime time? *Phys Sportsmed* 1991; 19 (5): 100-104.

(١٢) O'Connor P, Morgan W. Athletic performance following rapid transversal of multiple time zone: a review. *Sports Med* 1990; 10 (1): 20-30.

(١٣) Winget C, Deroshia C, Holley D. Circadian rhythms and athletic performance. Med Sci Sports Exerc 1985; 16: 498-516.

Olekandl.com

obeikandl.com

الفصل السادس والعشرون

الأحماض الأمينية ذات السلسلة المتفرعة والتعب المركزي أثناء الجهد البدني

مقدمة

تقوم الموصلات العصبية (Neurotransmitters) والتي تسمى أحياناً بالمراسلات الكيمائية بتوصيل المعلومات من خلية عصبية إلى أخرى، مؤدية بذلك إلى إتمام انتقال الإشارات العصبية، التي هي أساس العمليات الحسية والحركية في الجسم. إن من المعلوم أن تركيز هذه الموصلات العصبية في الجهاز العصبي المركزي (CNS) يحدد إلى درجة ما المزاج لدى الشخص، حيث نجد في الواقع أن عمل بعض الأدوية المضادة للاكتئاب يتمثل في زيادة تركيز مجموعة من الموصلات العصبية تدعى الأمينات الأحادية (Monoamines).

ويعتقد أن الجهد البدني من الممكن أن يؤدي إلى زيادة تركيز الموصلات العصبية في الدماغ، ومنها الموصل العصبي المسمى السيروتونين (Serotonin). وتتوافر دلائل قوية تشير إلى دور السيروتونين في التعب العصبي المركزي (الذهني) أثناء الجهد البدني الطويل الأمد. إن من المعروف أيضاً أن الناقل العصبي السيروتونين يرتبط مع الشعور بالنوم والإحساس بالتعب وزيادة عتبة الألم وتثبيط الشهية.

وبناءً على نظرية التعب المركزي، فإن زيادة تركيز السيروتونين في الدماغ يقود إلى زيادة الشعور بالتعب المركزي (الذهني)، الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى إجبار الرياضي على التوقف مبكراً أثناء الجهد البدني الطويل الأمد.

لكن كيف يحدث ذلك؟

إن زيادة تكوين السيروتونين في الدماغ هو محصلة لزيادة معدل انتقال حمضاً أمينياً يسمى تربتوفان (Tryptophan) إلى الدماغ، حيث يعد التربتوفان مادة أولية ضرورية لتصنيع السيروتونين في الدماغ، وفي الواقع فإن المسمى الكيمائي للسيروتونين هو خمسة هيدروكسي تربتوفان (5-hydroxytryptophan)، حيث يتم تكوين السيروتونين إنزيمياً من التربتوفان عن طريق إضافة مجموعة هيدروكسيل ونزع مجموعة كاربوكسيل. لكن السؤال الذي يتبادر إلى الذهن مباشرة هو ما الذي يجعل الحمض الأميني التربتوفان ينتقل إلى الدماغ من الدم عابراً ما يسمى بالحاجز الدموي الدماغي (Blood-Brain Barrier)؟

للإجابة على السؤال المطروح أعلاه، لا بد أن نشير أنه في الأحوال الاعتيادية التي لا يقوم فيها الشخص بأي جهد بدني، يحدث تنافس شديد بين التربتوفان وأحماض أمينية أخرى على عبور الحاجز الدموي الدماغي، مما يقلل من فرصة دخول التربتوفان إلى الدماغ. وتسمى الأحماض الأمينية الأخرى التي تنافس التربتوفان بالأحماض الأمينية ذات السلسلة المتفرعة (Branched Chain Amino Acids)، تتمثل هذه الأحماض في كل من ليوسين (Leucine)، وفالين (Valine)، وأيسوليوسين (Isoleucine)، وهي تعد من الأحماض الأمينية التسعة التي لا يمكن للجسم أن يقوم بتصنيعها، وبالتالي لا بد من تناولها عن طريق الطعام.

وعلى عكس الأحماض الأمينية الأخرى التي يتم استخلاصها بواسطة الكبد، فإن الأحماض الأمينية ذات السلسلة المتفرعة يتم هدمها بواسطة العضلات الهيكلية. وتعد الأحماض الأمينية عامة ذات أهمية للجسم لأنها توفر النيتروجين اللازم لبناء بروتين الخلية

لكن في الجهد البدني الطويل الأمد، يقل التنافس بين الحمض الأميني التربتوفان والأحماض الأمينية الأخرى، مما يجعل نسبة التربتوفان في الدم تزداد مقارنة بالأحماض الأمينية الأخرى ذات السلسلة المتفرعة، والنتيجة هي زيادة دخول التربتوفان إلى الدماغ، وبالتالي ارتفاع معدل تصنيع السيروتونين في الدماغ، الأمر الذي يقود في النهاية إلى حدوث التعب المركزي (الذهني) أثناء الجهد البدني الطويل الأمد.

إن الأسباب المؤدية إلى زيادة نسبة التربتوفان في الدم على حساب الأحماض الأمينية ذات السلسلة المتفرعة أثناء الجهد البدني تكمن في ما يلي:

- زيادة انتقال الأحماض الأمينية ذات السلسلة المتفرعة من الدم إلى العضلات الهيكلية، بغرض أكسدتها واستخدامها كمصدر للطاقة الهوائية.
- أثناء الراحة، فإن معظم التربتوفان الموجود في الدم يكون مرتبطاً مع بروتين يسمى ألبيومين (Albumin)، لكن القيام بالجهد البدني يؤدي إلى زيادة تركيز الأحماض الدهنية الحرة (FFA)، التي تقوم بدورها بمنافسة التربتوفان على الالتصاق بالألبيومين، مما يؤدي إلى فك ارتباط التربتوفان بالألبيومين، والنتيجة هي زيادة تركيز التربتوفان في الدم.

وبناءً على ما سبق، فإن من المفترض أن رفع تركيز الأحماض الأمينية ذات السلسلة المتفرعة في الدم من خلال زيادة تناولها عن طريق الغذاء سوف يؤدي إلى عدم ارتفاع نسبة التربتوفان في الدم أثناء الجهد البدني، وبالتالي التقليل من فرصة تكوين السيروتونين، مما يقلل من فرصة حدوث التعب المركزي. كما أن من المفترض أن زيادة استهلاك التربتوفان يقود إلى حدوث التعب المركزي، من خلال زيادة تصنيع السيروتونين. وعلى الرغم من نتائج البحوث العلمية في هذا الصدد غير متفقة تماماً، إلا أن الدراسات التي تم فيها حقن فئران التجارب بمركب يعزز من تكّون السيروتونين (QD) قد أدى إلى خفض قدرة تلك الفئران على القيام بجهد بدني، بينما أدى حقنها بمركب مضاد لتكوّن السيروتونين (LY) إلى زيادة قدرة تلك الفئران على الجري حتى التعب.

كما أن نتائج البحوث العلمية تشير إلى أن استهلاك مواد كربوهيدراتية إضافية أثناء الجهد البدني الطويل الأمد أدى إلى تأخير حدوث التعب المركزي. وتفسير ذلك أن المواد الكربوهيدراتية المستهلكة تؤدي إلى زيادة نسبة الجلوكوز في الدم، مما يقلل من تجهيز الأحماض الدهنية الحرة وطرحها في الدم، فينخفض تركيزها، كما أن تناول المواد الكربوهيدراتية يقلل من استخدام الأحماض الأمينية ذات السلسلة المتفرعة كمصدر للطاقة، مما يخفض في النهاية نسبة التربتوفان إلى تلك الأحماض الأمينية في الدم، الأمر الذي يقود إلى خفض عبور التربتوفان الحاجز الدموي الدماغي، والمحصلة هي انخفاض معدل تصنيع السيروتونين المؤدي إلى حدوث التعب المركزي.

المراجع

المراجع الإنجليزية

(١) Bailey S, Davis M, Ahlborn E. Brain serotonergic activity affects endurance performance in the rat *Int J Sports Med* 1993, 6: 330-333.

(٢) Blomstrand E. A role for branched-chain amino acids in reducing central fatigue. *J Nutr* 2006; 136: s545-s547

(٣) Blomstrand E, Moller K, Secher N, Nybo L. Effect of carbohydrate ingestion on brain exchange of amino acids during sustained exercise in human subjects. *Acta Physiol Scand* 2005; 185: 203-209.

(٤) Davis M. Central and peripheral factors in fatigue. *J Sports Sci* 1995, 13: s 49-53.

(٥) Davis J, Welsh R, De Volve K, Alderson N. Effects of branched-chain amino acids and carbohydrate on fatigue during intermittent, high-intensity running. *Int J Sports Med* 1999; 20: 309-314.

(٦) Dishman R. Symosium chairman: Exercise, brain and behavior. *Med Sci Sports Exerc* 1997, 29 : 37-74.

(٧) Fernstrom J. Branched-cain amino acids and brain function. *J Nutr* 2005; 135: 1539s-1446s

(٨) Meeusen R, Meirleir K. Exercise and brain neurotransmission *Sports Med* 1995, 20: 160-188.

(٩) Mittleman K, Ricci M, Bailey S. Branched-chain amino acids prolonged exercise during heat stress in men and women. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 83-91.

(١٠) Newsholme E, Leech A. *The Runner: Energy and Endurance*. New Jersey: Fitness Book, 1983.

(١١) Newsholme E, Blomstrand E. Branched-chain amino acids and central fatigue. *J Nutr* 2006; 136: 274s-276s.

(١٢) Van hall G. Branched chain amino acids and performance. *Insider* 1998, 6 (1): 8-10.

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل السابع والعشرون

المتطلبات الفسيولوجية لكرة القدم

مقدمة

تعد رياضة كرة القدم من الرياضات التي تتطلب جهداً بدنياً ملحوظاً، يتراوح من المعتدل إلى المرتفع الشدة معظم فترات المباراة، وهي بذلك تلقي عبئاً كبيراً على العديد من أجهزة الجسم، بدءً من الجهازين الدوري والتنفسي، ومروراً بالجهازين العصبي والعضلي، وانتهاءً بأجهزة توفير الطاقة والتحكم الحراري في الجسم. وبذلك فإن هذه الرياضة تتطلب – إلى جانب حيازة المهارات الفنية – أن يمتلك اللاعب صفات بدنية وفسيولوجية متعددة تتضمن مستويات عالية من التحمل الدوري التنفسي والقوة والقدرة والسرعة والرشاقة والمرونة، إضافة إلى السرعة في اتخاذ القرار، كما أن ارتفاع نسبة الشحوم في الجسم لدى لاعبي كرة القدم يعد عاملاً سلبياً على أداءه في لعبة كرة القدم.

تشير البحوث التي تناولت المواصفات الجسمية للاعبي كرة القدم الدوليين في أوروبا إلى أن أعمارهم تتراوح من ٢٤ – ٢٧ سنة، وتبلغ متوسطات أطوالهم ١٨٣ سم، بينما تتراوح كتل أجسامهم من ٧٥ – ٨٠ كجم. أما نسبة الشحوم لديهم فتعد منخفضة، حيث لا تتجاوز في الغالب ١٠٪ من وزن الجسم. غير أن المعايير السابقة تعبر في الواقع بشكل عام عن المقاييس الجسمية للاعبي الكرة الأوربيين. أما بالنسبة للمواصفات الجسمية للاعبين السعوديين، فتشير نتائج البحوث التي قمنا بإجرائها خلال السنوات العشر الماضية إلى أن متوسط العمر يتراوح من ١٩ – ٣٢ سنة، ومتوسط الوزن يبلغ حوالي ٦٨ كجم (يتراوح من ٥٢ – ٨١ كجم)، ومتوسط الطول يبلغ حوالي ١٧٥ سم (يتراوح من ١٦٣ – ١٨٣)، أما نسبة الشحوم فبلغ متوسطها حوالي ١٣٪، مما يعني أن الكتلة العضلية للاعبي كرة القدم السعوديين أقل كثيراً من نظيرتها لدى اللاعبين الأوروبيين.

أما ما يتعلق بحركة لاعبي كرة القدم في الملعب، فتشير الدراسات التي أجريت عليهم إلى أنهم يقطعون في المتوسط حوالي ١٠ كيلومترات خلال شوطي المباراة، معظمها في جهد بدني معتدل إلى مرتفع الشدة، كما تظهر البحوث التي أجريت على دوري كرة القدم الإنجليزي إلى أن اللاعبين يغيرون مواقعهم كل ٥ – ٦ ثواني، ويحصلون على فترات من الراحة أثناء اللعب بمعدل ٣ ثواني في كل دقيقتين من اللعب.

كما تظهر لنا الدراسات التي أجريت على الفرق الأوربية والإنجليزية إلى أن لاعبي الوسط والهجوم والظهيرين يقضون حوالي ٢٥٪ من وقت المباراة مشياً وما يعادل ٣٧٪ هرولة و٢٠٪ جرياً معتدل الشدة و١١٪ عدواً و٧٪ من الوقت في حركة للخلف. وعلى الرغم من أن وتيرة الجهد البدني المبذول أثناء رياضة كرة القدم تعد متقطعة، إلا أن معدل ضربات القلب يبلغ في المتوسط ١٧٠ ضربة في الدقيقة (أي حوالي ٨٧٪ من ضربات القلب القصوى للاعب يبلغ من العمر ٢٥ سنة)، على أن لاعبي منطقة الوسط يتحركون بمعدل ضربات قلب أعلى مقارنة ببقية مراكز اللعب.

وتشير نتائج الدراسات التي تم فيها تقدير استهلاك الأكسجين أثناء المباراة إلى أنه يبلغ في المتوسط ٧٠٪ من الاستهلاك الأقصى للأكسجين، وقد يرتفع قليلاً لدى لاعبي الفرق الأوربية المتميزة ليبلغ في المتوسط لديهم ٧٥٪ من الاستهلاك الأقصى للأكسجين. وعندما نترجم الجهد المبذول من قبل لاعبي كرة القدم أثناء شوطي المباراة إلى طاقة مصروفة، نجد أن ذلك يصل إلى حوالي ١٤٠٠ كيلو سعر حراري لدى لاعبي الدرجة الممتازة (للاعب يبلغ وزنه ٧٥ كجم)، لهذا ليس بالمستغرب أن ينخفض معدل الجلايكوجين في العضلات لدى لاعبي كرة القدم في نهاية الشوط الثاني من المباراة، خاصة إذا كانت تغذيتهم من المواد النشوية والسكرية غير كافية.

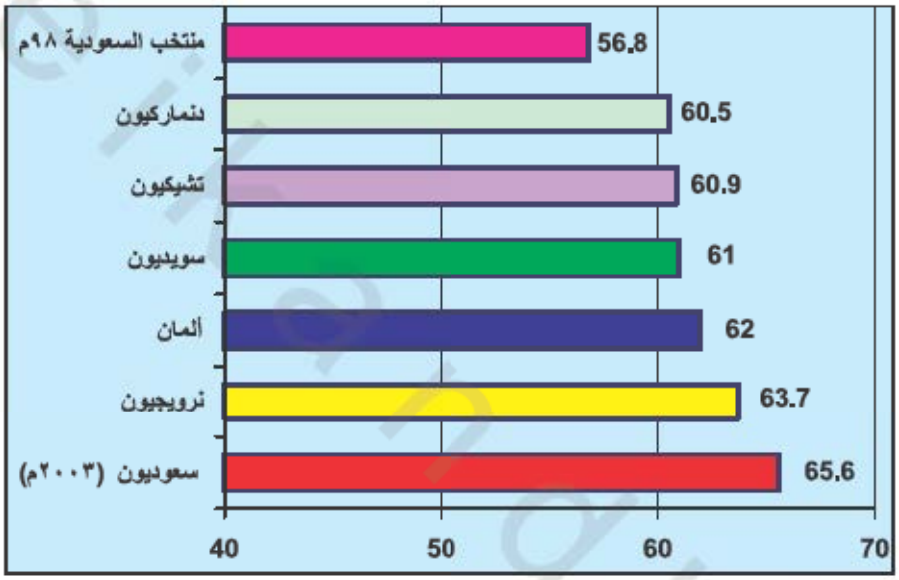
أما مقادير الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى لاعبي كرة القدم المتميزين فتتراوح من ٦٠ — ٦٥ مليلتر/كجم من وزن الجسم في الدقيقة، وهذه الأرقام أعلى من غير الرياضيين (الذين يصل استهلاكهم الأقصى للأكسجين إلى حوالي ٤٥ مليلتر/كجم في الدقيقة)، لكنها أدنى من رياضيي التحمل التي تبلغ لدى المتميزين منهم ما لا يقل عن ٧٥ مليلتر/كجم في الدقيقة).

والجدير بالذكر أن مستوى الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى لاعبي منتخب المملكة المشارك في بطولة كأس العالم في فرنسا في عام ١٩٩٨م كان ٥٦,٨ مليلتر/كجم من وزن الجسم في الدقيقة، أي أدنى مما كان ينبغي أن يكون عليه، على أن ذلك لا يشير بأي حال من الأحوال إلى أن الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى لاعبي كرة القدم السعوديين هو أدنى من مستويات اللاعبين المتميزين في فرق كرة القدم الأوربية نتيجة لاختلافات عرقية أو وراثية، بل كان ذلك في نظرنا بسبب انخفاض اللياقة البدنية لدى بعض اللاعبين السعوديين في ذلك الوقت.

والدليل على ذلك أننا عندما قمنا في مختبر فسيولوجيا الجهد البدني في جامعة الملك سعود بإجراء اختبارات فسيولوجية على بعض لاعبي الفرق المتميزة في الدوري السعودي قبل عامين، وجدنا أن متوسط استهلاكهم الأقصى للأكسجين كان ٦٥,٦ مليلتر/ كجم في الدقيقة، مما يعني تجاوزهم لمستويات بعض الفرق الأوربية المتميزة.

ومن المعروف أن هناك علاقة طردية بين مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى اللاعب ومعدل حركته أثناء المباراة أو التدريب، مما يعني أن اللاعبين الذين يمتلكون استهلاكاً أعلى من الأكسجين سيتحركون بشكل أكثر من غيرهم.

ويوضح الشكل البياني رقم (١) مقارنة لمستويات الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى العديد من المنتخبات الأوربية ومستويات منتخب المملكة المشارك في مباريات كاس العالم عام ١٩٩٨م، ومستوى الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى لاعبي إحدى الأندية الممتازة بمدينة الرياض، الذين تم إجراء اختبارات معملية لهم في مختبر فسيولوجيا الجهد البدني في عام ٢٠٠٣م ضمن قياسات فسيولوجية لمعرفة تأثير الانقطاع عن التدريب على وظائفهم الفسيولوجية.



الشكل البياني رقم (١). مستويات الاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى لاعبي بعض منتخبات كرة القدم الأوربيين، مقارنة بلاعبي منتخب كرة القدم السعودي المشارك في مباريات كأس العالم في عام ١٩٩٨م، ولاعبي أحد الأندية الممتازة في مدينة الرياض عام ٢٠٠٣م.

المصدر: الفزاع، ٢٠٠٥م.

بالإضافة إلى الجهد الهوائي (نسبة إلى استخدام النظام الأكسجيني كمصدر لطاقة العضلات) الذي يبذله اللاعب أثناء المباراة، تشير البحوث العلمية (التي تم فيها رصد حركة اللاعب بأجهزة التصوير ورصد ضربات قلبه بأجهزة تسجيل ضربات القلب) إلى أن اللاعب يقضي ما يقارب ٨ – ٩ ٪ من وقت المباراة (أي ٧–٨ دقائق) في جهد بدني عالي الشدة (يشمل ذلك الجري السريع، وحركات تغيير الاتجاه، والوثب، والتوقف المفاجئ، ...الخ)، مما يعني أن اللاعب في هذه الفترات يستخدم النظام اللاهوائي كمصدر لطاقة العضلات.

أما الدراسات التي تم خلالها قياس تركيز حمض اللبنيك في الدم، فتدلنا على أن تركيزه يتراوح من ٧-٩ مليمول، خاصة في مباريات فرق الدرجة الممتازة (في السويد)، وينخفض هذا الرقم في حالة الفرق ذات المستوى الأدنى، غير أن بعض الباحثين يعتقدون أن مستوى تركيز حمض اللبنيك في الدم لا يعكس تركيزه بالضبط في العضلات، خاصة في حالات الجهد البدني الفتري كما هو الحال في كرة القدم، وبالتالي فمن المحتمل أن يكون تركيز حمض اللبنيك في العضلات أعلى بكثير مما هو في الدم.

يتضح لنا إذاً أن الجهد المبذول أثناء شوطي كرة القدم يتراوح من معتدل إلى مرتفع الشدة معظم فترات المباراة، ويتخلل ذلك فترات قصيرة من الشدة العالية. أن ذلك يعني أن الوقود الأكثر استخداماً بغرض إنتاج الطاقة للعضلات العاملة هو جلايكوجين العضلات.

وتقدر الدراسات مساهمة جلايكوجين العضلات في مباراة كرة القدم بحوالي ٦٠٪ من الوقود الكلي المستخدم، وهذا ما يعطي الأهمية القصوى لشحن المخزون الجلايكوجيني في العضلات وتعبئته قبل المباراة. لكن كيف يتم ذلك؟ يتم ذلك عن طريق التغذية الغنية بالمواد الكربوهيدراتية (مثل الأرز والخبز والمعجنات والمكرونة والمواد السكرية).

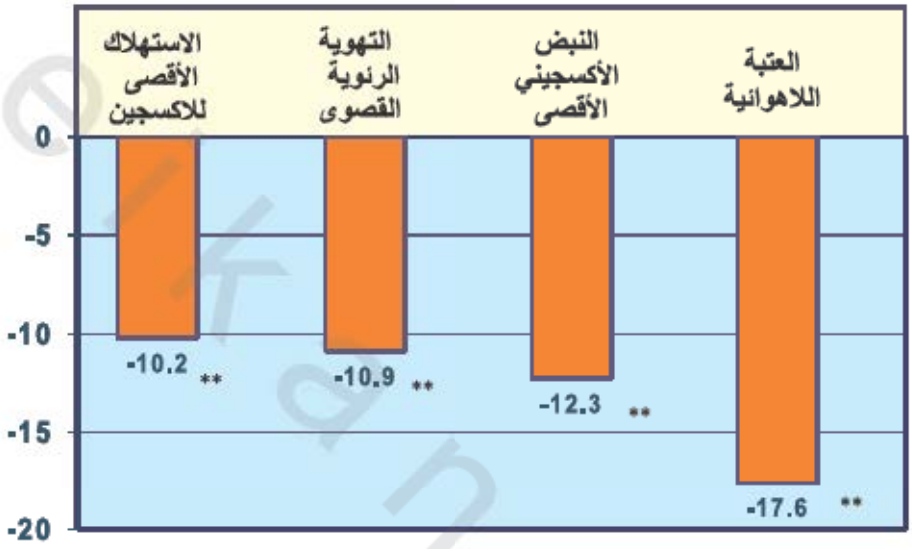
وتشير البحوث التي تم فيها قياس محتوى العضلات من الجلايكوجين بعد شوطي المباراة إلى أنه يبلغ حداً منخفضاً، خاصة في نهاية الشوط الثاني للمباراة. وتشير دراسة علمية أجريت على بعض لاعبي كرة القدم الذين كانت تغذيتهم الكربوهيدراتية منخفضة، إلى أن محتوى عضلاتهم من الجلايكوجين بلغ حداً منخفضاً في بداية الشوط الثاني، الأمر الذي جعلهم لا يتمكنون من مجاراة الفريق الآخر، وبدت حركتهم وسرعتهم في الشوط الثاني بطيئة مقارنة بالآخرين اللذين كان المخزون الجلايكوجيني لديهم مرتفعاً نسبياً.

هل يؤدي التوقف عن التدريب إلى انخفاض كبير في اللياقة البدنية؟

قبل عدة سنوات قمنا بإجراء بحث علمي على لاعبي أحد أندية الدرجة الممتازة لكرة القدم في الدوري السعودي، بغرض معرفة التغيرات الفسيولوجية الناجمة عن التوقف عن التدريب البدني (تدريبات كرة القدم) لمدة ٨ أسابيع. خلال ذلك البحث، تم إجراء مجموعة من القياسات الفسيولوجية على اللاعبين في نهاية الموسم، ثم قمنا بتكرار إجراء تلك القياسات السابقة على اللاعبين أنفسهم بعد مرور ٨ أسابيع من التوقف (أي مع بداية عودتهم لمزاولة تمريناتهم الاعتيادية في النادي بعد الإجازة الصيفية).

لقد كانت أهم نتائج هذا البحث الموضحة في الشكل البياني رقم (٢) هي أن ٨ أسابيع من التوقف عن ممارسة تدريبات كرة القدم قد أدت إلى انخفاض الاستهلاك الأقصى للأكسجين (وهو مؤشر للياقة البدنية) بأكثر من ١٠٪، وانخفاضاً في حجم التهوية الرئوية (حجم الهواء الذي يمكن للاعب من استنشاقه في الدقيقة) بلغ حوالي ١١٪،

وانخفاضاً في النبض الأكسجيني الأقصى (مقدار الأكسجين في كل ضربة من ضربات القلب) تجاوز ١٢٪، وكذلك انخفاضاً في مقدار العتبة اللاهوائية يلغ حوالي ١٨٪، بالإضافة إلى ما سبق انخفضت القدرة اللاهوائية لديهم بحوالي ٣٪. في المقابل ازدادت ضربات القلب القصوى لديهم بعد التوقف بمقدار يعادل ٥٪ (دلالة على زوال التكيف الحاصل في ضربات القلب من جراء تدريبات كرة القدم)، كما ازدادت نسبة الشحوم لديهم بنسبة ٦٪ تقريباً.



الشكل البياني رقم (٢). تأثير الانقطاع عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع على بعض المتغيرات الفسيولوجية لدى لاعبي كرة القدم السعوديين (الانخفاض بالنسبة المئوية مقارنة بما قبل الانقطاع).

المصدر: الهزاع، مركز البحرين للدراسات والبحوث، ٢٠٠٥م.

ماذا نستخلص من نتائج البحث السابق؟ يمكن أن نستنتج أن التوقف عن التدريب البدني لدى لاعبي كرة القدم بعد نهاية الموسم الرياضي يؤدي إلى تدهور ملحوظ في القدرات الفسيولوجية للاعب، والتي أستغرق تطويرها عدة شهور على الأقل.

لذا نوصي بأن لا تطول فترة التوقف لتصل إلى شهرين، كما ينبغي على اللاعب الاهتمام بلياقته البدنية أثناء فترة التوقف حتى يقلل من التدهور المتوقع في اللياقة البدنية من جراء التوقف عن التدريب، ويمكن للاعب ممارسة أنشطة أخرى هوائية ولا هوائية للحد من انخفاض لياقته البدنية، فعلى سبيل المثال يمكنه ممارسة السباحة أو الهرولة أثناء فترة الإجازة الصيفية. كما نوصي بأن تبدأ برامج اللياقة البدنية للأندية مبكراً وبفترة كافية قبل بدء الموسم الرياضي حتى يتسنى للاعبين من تنمية لياقتهم البدنية قبل بدء المباريات الرسمية، مما يقلل من فرصة حدوث إصابات رياضية في بداية الموسم نتيجة لضعف عضلاتهم وانخفاض لياقتهم البدنية.

المتطلبات الفسيولوجية لكرة القدم للناشئين: هل تختلف عن الكبار؟

تشير البحوث التي قمنا بإجرائها خلال السنوات العشر الماضية (سواء في المختبر أو في الملعب) على ناشئ كرة القدم السعوديين، أنه باستثناء مدة الشوطين، التي هي أقل زمناً من كرة القدم للكبار، فإن كرة القدم للناشئين لا تختلف كثيراً في متطلباتها الفسيولوجية عن كرة القدم لدى الكبار، فهي رياضة تتطلب طاقة وجهداً، حيث يتحرك اللاعب طوال الشوطين ويقطع ما يزيد على ٥ كيلومترات خلال تلك الفترة. وتصل ضربات قلب الناشئ أثناء الشوطين في المتوسط ما بين ١٦٠ — ١٧٠ ضربة في الدقيقة، أي ما يعادل أكثر من ٨٠٪ من ضربات القلب القصوى.

وتتفاوت شدة الجهد المبذول تبعاً لمركز اللاعب، حيث تبلغ ضربات القلب أقلها لدى قلب الدفاع وأعلاها لدى الظهيرين والجناحين والوسط، كما يبلغ معدل استهلاك الأكسجين أثناء الشوطين ما يعادل ٧٠٪ من الاستهلاك الأقصى للأكسجين. ولهذا نجد أن القدرة الهوائية القصوى لدى ناشئ كرة القدم تعد مرتفعة نسبياً، حيث بلغت لدى ناشئي القدم في أحد الأندية الممتازة بمدينة الرياض حوالي ٥٦ مليلتر لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة.

أما السوائل المفقودة عن طريق العرق أثناء المباراة (أو التدريب) فتقدر في المتوسط ما بين ٢,٤ – ٣,٦ ٪ من وزن الجسم، مما يتطلب العناية القصوى بتعويض السوائل المفقودة من خلال شرب السوائل في يوم المباراة، وقبل المباراة بحوالي ٢٠ دقيقة، وفيما بين الشوطين، وفي فترات توقف اللعب، وأخيراً بعد المباراة. ومن المعلوم أن فقداناً في سوائل الجسم يبلغ ٣٪ من وزن الجسم يقود إلى انخفاض في الأداء البدني لدى اللاعب يقدر بحوالي ١٥٪.

وتشير نتائج الأبحاث التي قمنا بها على ناشئ كرة القدم أثناء الجهد البدني في الجو الحار إلى أن عدم تناول السوائل (وخاصة الماء) فيما بين الشوطين يقود إلى انخفاض قدرة الجسم على التعرق، مما يعني تدني مقدرة الجسم على مكافحة ارتفاع درجة حرارة الجسم مع عدم قدرة اللاعب على أداء جهداً بدنياً مرتفع الشدة. والمعروف أن كل انخفاض في وزن الجسم بعد التدريب مقداره نصف كجم يجب تعويضه بشرب ما يعادل كأسي ماء (٥٠٠ مليلتر).

أما الطاقة المصروفة أثناء مباراة ناشئ كرة القدم فتقدر في المتوسط بحوالي ٨,٢ كيلو سعر حراري في الدقيقة، أي ما يتجاوز ٥٠٠ كيلو سعر حراري خلال الشوطين الذين مدة كل منهما ٣٠ دقيقة. وفي هذا الصدد يستحسن العناية بتغذية الناشئ الرياضي وخاصة من المواد الكربوهيدراتية، لذا فإن تناول المشروبات المحلاة بعد المباراة (أو التدريب) بالإضافة إلى التغذية الغنية بالكربوهيدرات كفيل بتعويض المخزون الجلايكوجيني في العضلات.

ويبدو من نتائج البحوث التي أجريت على الناشئين، أن كرة القدم للصغار تستقطب الناشئة المولودين في بداية السنة نظراً لأنهم الأكبر نضجاً، مما يجعلهم الأسرع والأقوى ويمتلكون كتلة عضلية أكبر من أقرانهم الأقل نضجاً بيولوجياً. وتوضح الدراسات التي أجريت على ناشئي كرة القدم المتميزين مقارنة بغير المتميزين إلى أن نسبة الشحوم في الجسم لدى اللاعبين المتميزين أقل من غير المتميزين وأن كتلتهم العضلية وقدرتهم على القفز لأعلى أكبر من غير المتميزين (للمزيد حول هذه الجوانب يمكن النظر إلى الموضوع رقم ٣٨).

الخلاصة

تعد رياضة كرة القدم من الرياضات التي تلقي عبئاً كبيراً على العديد من أجهزة الجسم، وتتطلب طاقة مرتفعة نسبياً. ويبدو أن لاعب كرة القدم يقطع في المتوسط خلال شوطي المباراة ما يعادل ١٠ كم، ويصل معدل ضربات قلبه أثناء المباراة ما يزيد على ٨٠٪ من ضربات القلب القصوى المتوقعة. أما استهلاك الأكسجين لديه فيبلغ ٧٠٪ من الاستهلاك الأقصى للأكسجين. كما أن معدلات الاستهلاك الأقصى للاعبي كرة القدم المتميزين تتراوح من ٦٠ إلى ٦٥ مليلتر لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة.

ونظراً لشدة الجهد البدني المبذول ومدته، فإن جلايكوجين العضلات يصبح المصدر الرئيس كوقود للعضلات خلال شوطي المباراة، مما يعني أهمية العناية بالتغذية الكربوهيدراتية للاعبي كرة القدم، مع الاهتمام بتعويض السوائل المفقودة، خاصة أثناء التدريب في الجو الحار. أخيراً، ونظراً للمتطلبات الهوائية واللاهوائية لكرة القدم، فمن الضروري أن تتضمن تدريبات كرة القدم تطويراً للقدرتين الهوائية واللاهوائية لدى اللاعب، وأن تبدأ تدريبات اللياقة البدنية في الأندية في وقت مبكر يسبق فترة بدء الموسم الرياضي بوقت كافٍ.

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. التأثيرات الفسيولوجية المترتبة على التوقف عن التدريب البدني لمدة ٨ أسابيع لدى لاعبي كرة القدم المتميزين. البحرين: مركز البحرين للدراسات والبحوث، ٢٠٠٥م.

(٢) الهزاع، هزاع، وآخرون. التأثيرات الفسيولوجية لفقدان السوائل لدى ناشئي كرة القدم أثناء الجهد البدني في الجو الحار. الدورية السعودية للطب الرياضي، ١٤٢٠هـ، ٣ (٢): ١٢ع -٢٥ع.

(٣) الهزاع، هزاع محمد. فسيولوجيا الجهد البدني لدى الأطفال والناشئين. الرياض: الاتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٤١٧هـ: ٣٦٣-٣٨٤.

المراجع الإنجليزية

(٤) Al-Hazzaa H, Chukwuemeka A. Echocardiographic dimensions and maximal oxygen uptake in Saudi elite soccer players. *Saudi Med J* 2001; 22:320-325.

(٥) Al-Hazzaa H, Almuzaini K, Al-Refaee S, Sulaiman M, Dafterdar M, Al-Ghamidi A, Al-Khuraiji K. Aerobic and anaerobic power characteristics of Saudi elite soccer player. *J Sports Med Physical Fitness* 2001; 41:54-61.

(٦) Al-Hazzaa H, Al-Refaee S, Sulaiman M, Dafterdar M, Al-Herbish A, Chukwaemeka A. Cardiorespiratory responses of trained boys to treadmill and arm ergometry: effect of training specificity. *Pediatr Exerc Sci* 1998; 10: 264-276.

(٧) Bangsbo J. Energy demands in competitive Soccer. *J Sports Sci* 1994; 12, S5-S12.

(٨) Bangsbo J. *The Physiology of Soccer-with Special Reference to Intense Intermittent Exercise*. Copenhagen, Denmark: University of Copenhagen. 1993.

(٩) Cometti G, Maffiuletti N, Pousson M, Chatard J, Maffulli N. Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *Int J Sports Med* 2000; 22: 45-51.

(١٠) Fardy P. Effects of soccer training and detraining upon selected cardiac and metabolic measures. *Res Quart Exerc Sport* 1969; 40: 502-508.

(١١) Fowler N, Reilly T. Assessment of muscle strength asymmetry in soccer player. In: *Contemporary Ergonomics*, edited by E.J. Lovesey, Taylor & Francis, London, 1993, pp. 327-333 (As quoted in Shephard, 1999).

(١٢) Mohr M, Bangsbo J. Development of fatigue towards the end of a high level soccer match. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33: 215.

(١٣) Nowacki P, Cai D, Buhl C, Krummelbein U. Biological performance of German soccer players tested by special ergometry and treadmill methods. In: *Science and Football*, (eds.) Reilly T, Lee A, Davids K, Murphy W, E. and F.N. Spon, London, 1988, pp. 145-157.

(١٤) Reilly T. Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *J Sports Sci* 1997; 15: 257-263.

(١٥) Reilly T. Football In: *Physiology of Sports*, Reilly T, Secher N, Snell P, Williams C, (eds), E & FN Spon, London. 1990, pp. 371 – 426.

(١٦) Reilly T, Thomas T. A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *J Hum Mov Studies* 1976; 2: 87-97.

(١٧) Saltin B. Metabolic fundamentals in exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1973; 5: 137-146.

(١٨) Wisloff U, Helgerud J, Hoff J. Strength and endurance of elite soccer players. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 462-467.

Obeikandl.com

كل ما تريد معرفته عن ممارسة النشاط البدني في رمضان

مقدمة

مع حلول شهر رمضان المبارك دائماً ما يتساءل العديد من القراء عن فوائد ممارسة النشاط البدني في هذا الشهر؟ وهل الأفضل الممارسة في النهار أم في الليل؟ وهل ينبغي ممارسة النشاط البدني قبل الإفطار أم بعده؟ ثم ما هي الأماكن التي ينبغي تجنبها عند ممارسة النشاط البدني. يتساوى في طرح هذه الأسئلة وغيرها كل من الممارس العادي الذي ينشد الصحة أو يرغب في خفض وزنه، والرياضي الذي يمارس تدريبات بدنية عنيفة قبل شهر رمضان، ويرغب في أن يحافظ على لياقته البدنية خلال شهر رمضان. في الفقرات التالية نحاول الإجابة على التساؤلات السابقة وغيرها.

س١: هل ممارسة النشاط البدني أصلاً مفيدة لصحة الإنسان؟

ج١: بالتأكيد، خاصة الممارسة المنتظمة للنشاط البدني المعتدل الشدة، حيث تؤكد العديد من توصيات المنظمات العلمية والصحية المعنية بصحة الإنسان ومنها منظمة الصحة العالمية إلى ارتباط النشاط البدني بالصحة العضوية والنفسية للفرد، بما في ذلك أهميته في خفض مخاطر الإصابة بأمراض القلب، والوقاية من داء السكري، ومكافحة السمنة، والوقاية من هشاشة العظام، بالإضافة إلى أهميته في خفض القلق والكآبة، والوقاية من سرطان القولون.

س٢: كم ينبغي على الإنسان أن يمارس النشاط البدني للفائدة الصحية؟

ج٢: تؤكد البحوث العلمية على أن الحد الأدنى من النشاط البدني المرتبط بالصحة هو ١٥٠ دقيقة في الأسبوع، أي ممارسة نشاطاً بدنياً يعادل ٣٠-٦٠ دقيقة في اليوم، معظم أيام الأسبوع (٥ مرات فأكثر في الأسبوع).

س٣: ما المقصود بالنشاط البدني المعتدل الشدة؟

ج٣: يقصد بالنشاط البدني المعتدل الشدة، ذلك النشاط البدني الذي يمكن للشخص من أن يستمر في ممارسته لعشر دقائق أو نحو ذلك بدون الشعور بتعب شديد. وهو ما يوازي في الواقع ٣-٦ أضعاف ما يصرفه الفرد من طاقة في الراحة (أثناء الجلوس). ومن الأمثلة على الأنشطة البدنية المعتدلة الشدة: المشي السريع، الهرولة للبعض

(لغير المبتدئين)، السباحة، ركوب الدراجة، والعديد من الأنشطة الرياضية الأخرى. ويدخل ضمن الأنشطة البدنية المعتدلة الشدة العديد من الأنشطة البدنية الحياتية، مثلك كنس المنزل وتنظيفه، وغسيل السيارة، والقيام ببعض أعمال الزراعة المنزلية، وما شابه ذلك من أنشطة بدنية. والجدير بالذكر أن نشاطاً بدنياً معتدلاً لشخص ما، قد يكون مرتفع الشدة لآخر، تبعاً للحالة الصحية للشخص، ولياقته البدنية، وعمره، مما يجعل الشدة المعتدلة في الحقيقة أمراً نسبياً.

س٤: هل جميع الأنشطة البدنية مفيدة للصحة، أم هناك أنشطة أكثر نفعاً من أخرى؟

ج٤: بصورة عامة، ممارسة أي نشاط البدني مفيد للصحة، خاصة إذا كان ضمن حدود المدة والشدة المنشودتين، مع الأخذ بالاعتبار الحالة الصحية للشخص. لكن ينبغي في الواقع معرفة الهدف من ممارسة النشاط البدني أولاً حتى يمكن إعطاء الوصفة المناسبة من النشاط البدني. ففي حالة الرغبة بخفض الوزن، يتم التركيز على مدة النشاط البدني وتكراره بغض النظر عن الشدة، أي زيادة حجم الطاقة الكلية المصروفة في الأسبوع من خلال ممارسة أنشطة بدنية تستخدم فيها معظم العضلات الكبرى من الجسم، مثل السباحة والمشي السريع وركوب الدراجة. ولهذا، فيستحسن ممارسة هذه الأنشطة أو ما شابهها لمدة تصل إلى ٣-٤ ساعات في الأسبوع على الأقل، من أجل صرف أكبر قدر من الطاقة. أما إذا كان الغرض من الممارسة هو تنمية لياقة القلب والرئتين، فالمطلوب ممارسة نشاط بدني هوائي، بشدة معتدلة على الأقل ولمدة نصف ساعة في كل مرة على مدى ٣-٥ أيام في الأسبوع. كما أن لنوع النشاط البدني الممارس دور في وصف النشاط الملائم للشخص، فإذا كان الهدف هو زيادة كثافة العظام، فإن المشي أو الهرولة أو الرياضات الأخرى التي يتم فيها حمل الجسم، أو تلقي عبئاً على العضلات والعظام (مثل رفع الأثقال ونط الحبل) هي الأنشطة المناسبة، وليس السباحة أو ركوب الدراجة.

س٥: ماذا عن تمرينات القوة العضلية للجسم؟

ج٥: تؤكد البحوث العلمية الحديثة في الواقع على أهمية تمرينات التقوية العضلية، خاصة لكبار السن، وفي السابق كان يُحضر على كبار السن أو المصابين بأمراض القلب ممارسة تمرينات رفع الأثقال، نظراً لأنها تقود إلى ارتفاع ضغط الدم، لكن في الوقت الحاضر أصبحت التوصيات تحث على ممارسة تمرينات التقوية العضلية سواء باستخدام الأثقال الحرة أو الأجهزة، نظراً لأهميتها في المحافظة على العضلات من الضعف والضمور مع تقدم السن. لكن ينبغي الحذر عند ممارسة هذا النوع من التمرينات البدنية خاصة للمصابين بأمراض القلب أو ضغط الدم المرتفع، وعدم رفع أثقال قصوى أو قريبة من القصوى، مع محاولة جعل التمرين ديناميكياً (حركياً)، وليس ثابتاً.

س٦: هل من وجود أي اشتراطات قبل البدء بممارسة النشاط البدني؟

ج٦: لا يوجد أي تحفظات على ممارسة النشاط البدني، خاصة المعتدل الشدة للشخص الذي لا يعاني من أي مشكلات صحية وعمره دون الأربعين. أما الذين هم من غير المعتادين على ممارسة النشاط البدني وأعمارهم فوق

الأربعين، أو ممن يعانون من مشاكل صحية، مثل أمراض القلب، فعليهم استشارة الطبيب قبل البدء بممارسة أي نشاط بدني معتدل أو مرتفع الشدة.

س٧: في ضوء أهمية ممارسة النشاط البدني، هل ينبغي ممارسة النشاط البدني في شهر رمضان؟

ج٧: إن أداء نشاطاً بدنياً معتدل الشدة في جو غير حار أمر لا بأس به في نهار رمضان، بل قد يكون من المستحسن للشخص الذي يرغب أن يخفض من وزنه أن يجمع بين الحمية الغذائية المتوازنة وممارسة نشاطاً بدنياً معتدل الشدة خلال شهر رمضان.

س٨: هل الأفضل ممارسة النشاط البدني في نهار رمضان أم في الليل؟

ج٨: يعتمد القرار على أمور كثيرة، منها رغبة الشخص وجدوله اليومي في شهر رمضان، وشدة الممارسة، وحرارة الجو. لكن ممارسة النشاط البدني المعتدل الشدة مثل المشي قبل الإفطار بحوالي ساعة، على سبيل المثال، قد يكون أمراً مستحسناً لمن يرغب في خفض وزنه، لأن ذلك يساعد على زيادة حرق الدهون في الجسم، حيث بعد فترة من الصيام الطويل تزداد عملية تجهيز الدهون في الجسم، فيصبح تركيزها في الدم أكثر من المعتاد، مما يساعد على زيادة استخدامها من قبل العضلات كمصدر للطاقة. أما في مساء رمضان فلا شك أن حرارة الجو الخارجي في فصل الصيف تكون أقل من النهار، مما يمكن الممارس من الممارسة لوقت أطول، وتناول السوائل بحرية، خاصة أن تعويض السوائل المفقودة من الجسم عن طريق التعرق يعد أمراً حيوياً.

س٩: ما هي المدة الزمنية اللازمة للانتظار بعد الإفطار قبل البدء بممارسة النشاط البدني؟

ج٩: يعتقد أن ساعتين إلى ثلاث ساعات من الانتظار تعد مدة كافية بعد تناول وجبة الإفطار لكي يمكن ممارسة النشاط البدني، وهي في الواقع المدة الفاصلة بين تناول الإفطار والانتهاء من صلاة التراويح.

س١٠: الملاحظ كثرة ممارسي النشاط البدني على أرصفة الشوارع، هل من تعليق على ذلك؟

ج١٠: في الواقع إن أرصفة الشوارع الرئيسية المزدحمة بالسيارات تعد أسوء مكان يمكن للمرء أن يمارس فيه النشاط البدني، فالهواء المستنشق يحتوي العديد من الملوثات المنبعثة من عوادم السيارات، مثل أول أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكبريت، وأكاسيد النترات، وبالتالي فممارسة المشي على سبيل المثال بالقرب من الشوارع المزدحمة بالسيارات يزيد من كمية الملوثات التي يستنشقها الممارس، مما يضر بصحته، خاصة لدى اللذين يعانون أصلاً من مشاكل قلبية أو تنفسية، أو حتى النساء الحوامل. والمعروف أن غاز أول أكسيد الكربون المنبعث عادة من عوادم السيارات (أو من دخان السجائر) له قابلية شديدة للاتحاد بالدم تزيد بأكثر من ٢٠٠ مرة على قدرة الأكسجين على الاتحاد بالدم. ويعتقد أن الشخص الذي يمارس نشاطاً بدنياً معتدل الشدة لمدة ٣٠ دقيقة بالقرب من الشوارع المزدحمة بالسيارات يتعرض لكميات من أول أكسيد الكربون تعادل الكمية الموجود في تدخين نصف علبة سجاير.

هل يتأثر الأداء البدني لدى الرياضيين من جراء الصيام؟

تشير نتيجة معظم البحوث التي أجريت على الرياضيين المتميزين أن آداءهم البدني يتأثر سلباً من جراء الصوم لفترات طويلة تتجاوز ١٥ ساعة، خاصة في الجهد البدني الذي يتطلب قدرة هوائية (تحمل)، ففي دراسة علمية أجريت على فريقين جزائريين لكرة القدم تم فيها إجراء قياسات لبعض عناصر اللياقة البدنية لهم قبل شهر رمضان ثم بعد أسبوعين من إنقضاء شهر رمضان، تبين منها أن انخفاضاً ملحوظاً قد حدث لهم في اختبارات السرعة والرشاقة والتحمل وتنطيط الكرة، وأن هذا الانخفاض في الأداء البدني قد استمر معهم بعد شهر رمضان.

وفي دراسة أجريت في مركز الفيفا للقياسات الطبية والبحوث في مدينة زيورخ بسويسرا، على أربع فرق تونسية لكرة القدم أثناء معسكر تدريبي لهم قبل حلول شهر رمضان وخلاله، أتضح من نتائجها أن الصيام أدى إلى انخفاض طفيف في وزن الجسم (٠,٧ كجم) لدى اللاعبين الصائمين، وكذلك انخفاض في معدل المتناول اليومي من عنصر الصوديوم، مقارنة باللاعبين غير الصائمين.

ولقد شعر اللاعبون الصائمون بأنهم أقل استعداد للتدريب البدني خلال شهر رمضان مقارنة بما قبله، كما أشارت نتائج رصد معدل ضربات القلب لديهم أثناء التدريب إلى أن العبء الملقى على الجسم من جراء التدريب أثناء شهر رمضان هو أعلى قليلاً مما هو عليه لدى اللاعبين غير الصائمين. وخلصت الدراسة إلى أن التحاليل الكيموحيوية والعادات الغذائية للاعبين لم تتأثر بشكل ملحوظ من جراء الصوم، غير أن هذه الدراسة لم تقم بقياس أداء اللاعبين أثناء المباريات.

ويبدو أن انخفاض الأداء البدني من جراء الصوم في رمضان لا يقتصر على اللاعبين الراشدين، حيث تشير دراسة أجريت على لاعبي كرة القدم الناشئة (١٤–١٦ سنة)، تم فيها مقارنة أداء اللاعبين في مجموعة من الاختبارات اللياقية قبل رمضان بأسبوع مع أداءهم في الأسبوع الأخير من رمضان، واتضح أن الصيام قد أدى إلى انخفاض ملحوظ في أداء اختبار ثلاثة آلاف متر جري (اختبار للتحمل الدوري التنفسي) وكذلك في أدائهم لاختبار جري فتري (٦ × ٤٠ متر جري)، وكذلك في قدرتهم على القفز لأعلى، لكن الصيام لم يؤثر على آداءهم في اختبار السرعة أو الرشاقة (٤ × ١٠ متر)، ولقد أظهرت الدراسة أن فترة النشاط البدني المبذول يومياً عند شدة مرتفعة قد انخفض من جراء الصيام.

كما تشير البحوث الأخرى التي أجريت على الطيارين المتميزين أن قوتهم العضلية وتحملهم العضلي وقدرتهم على تحمل تغيير وضع الجسم (مؤشر لتحمل الجذب) قد تأثرت سلباً من جراء الصوم في رمضان، عند مقارنة تلك النتائج مع فترة ما بعد الصوم. ولقد أشارت البحوث التي أجريت على الكويتين غير الرياضيين إلى أن معدل ضربات القلب والتهوية الرئوية قد انخفضت من جراء القيام بالجهد البدني غير الأقصى (٧٠٪ من القدرة الهوائية القصوى) في نهاية شهر رمضان مقارنة بما قبل رمضان.

وعلى عكس القدرة الهوائية (التحملية) فلا يبد أن مؤشرات القدرة اللاهوائية تتأثر بشكل ملحوظ من جراء الصيام، ففي دراسة أجريت في إحدى الجامعات التركية، تبين من نتائجها أن الأداء في اختبار القدرة اللاهوائية على دراجة الجهد لمدة ٣٠ ثانية لم يتأثر بشكل مختلف أثناء الصيام مقارنة بما قبل الصيام لدى رياضيي القدرة المتميزين.

الرياضي والتدريبات البدنية في رمضان: اللاءات الأربع

من خلال نتائج البحوث المتعلقة بالأداء البدني في شهر رمضان، ومن خلال معرفة التغيرات الفسيولوجية التي تحدث للجسم خلال شهر رمضان وطبيعة التدريب البدني العنيف للرياضيين المتميزين، يمكن أن نستخلص النقاط التطبيقية التالية:

• لا يوصى بإجراء التدريبات البدنية العنيفة في نهار رمضان لعدة أسباب، منها أن ذلك يؤدي إلى فقدان مقداراً محسوساً من سوائل الجسم عن طريق التعرق الغزير، خاصة في الجو الحار، مما يعرض صحة الرياضي للخطر، نظراً لأنه لا يستطيع تناول السوائل في نهار رمضان. بالإضافة إلى ما سبق، فإن البحوث العلمية تشير إلى أن الصيام الطويل يقود إلى انخفاض قدرة الفرد على أداء جهد بدنياً تحملياً، لذا ينبغي على الرياضيين ومدربيهم تعديل برنامج التدريبات البدنية ليصبح في مساء رمضان بدلاً من نهاره، وأن تقتصر تدريبات النهار على الجوانب المهارية والخططية وبعض التمرينات البدنية الخفيفة، بدون إجراء أي تدريبات بدنية عنيفة.

• لا يعتقد أن شهر رمضان بحد ذاته يؤثر سلباً على اللياقة البدنية للرياضي الذي يتدرب أثناء الليل، خاصة إذا حافظ على تغذية جيدة طوال شهر رمضان، وتناول السوائل بما فيه الكفاية، غير أن من الملاحظ في وقتنا الحاضر حدوث تأقلم للجسم في بداية شهر رمضان استجابة لتغير الساعة البيولوجية داخل الجسم، الناتج عن التغيرات الحاصلة في مواعيد النوم واليقظة والأكل في هذا الشهر الكريم، الأمر الذي قد يؤثر قليلاً على الأداء البدني للرياضي في بداية الشهر، خاصة عند تغيير مواعيد المنافسات في هذا الشهر مقارنة بما قبل شهر رمضان.

• لا يوجد أي لزوم لتغيير غذاء الرياضي في شهر رمضان، بل التأكيد فقط على أن يكون الغذاء متوازناً يكفل حصول الرياضي على ما لا يقل عن ٦٠٪ من الطاقة من المواد الكربوهيدراتية، مثل الأرز، والخبز، والمكرونة، والمعجنات، والفواكه، مع الإكثار من شرب السوائل في المساء. كما لا بد من التنبيه إلى أن أهم فترة يقوم فيها الجسم ببناء مخزون الجلايكوجين في العضلات بمعدل مرتفع هي الساعات الأولى التي تلي الانتهاء من التدريب البدني العنيف، الأمر الذي يعني ضرورة تناول أكبر قدر من المواد الكربوهيدراتية الصلبة والسائلة بعد التدريب مباشرة ولعدة ساعات لاحقة.

• لا ينبغي التوقف عن التدريب البدني أثناء فترة إجازة العيد لمدة تزيد عن ١٠ أيام على الأكثر، نظراً لأن التوقف عن التدريب فترة أطول من ذلك يؤدي إلى فقدان اللياقة البدنية، وكلما ازدادت فترة التوقف كلما ازداد الانخفاض في اللياقة البدنية.

المراجع

المراجع الإنجليزية

(١) Bigard A, Boussif M, Chalabi H, Guezennec C. Alteration in muscular performance and orthostatic intolerance during Ramadan. *Aviation, Space and Environmental Medicine* 1998; 69: 341-346.

(٢) Karli U, Guvenc A, Aslan A, Hazir T, Acikade C. Influence of Ramadan fasting on anaerobic performance and recovery following short-time high intensity exercise. J Sports Sci and Medicine 2007; 6: 490-497.

(٣) Meckel Y, Ismaeel A, Eliakim A. The effect of the Ramadan fast on physical performance and dietary habits in adolescent soccer players. *Eur J Applied Physiology* 2008; 102: 651-657.

(٤) Ramadan J. Does fasting during Ramadan alter body composition, blood constituents and physical performance/ *Medical Principles and Practice* 2002; 11 (suppl): 41-45.

(٥) Ramadan J, Barac-Nieto M. Cardiorespiratory responses to moderately heavey aerobic exercise during the Ramadan fasts. *Saudi Med J* 200; 21: 238-244.

(٦) Zerguini Y, Kirkendall D, Junge A, Dvorak J. Impact of Ramadan on physical performance in professional scoccer players. *British J Sports Medicine* 2007; 41: 398-400.

(٧) Zerguini Y, Dvorak J, Maughan R, Leiper J, Bartagi Z, Kirkendall D, Al-Riyami M, Junge A. Influence of Ramadan fasting on physiological and performance variables in fotball players: Summary of the F-MARC 2006 Ramadan fasting study. *J Sports Science* 2007; 26: s3-s6.

Omarandl.com

الفصل التاسع والعشرون

الأندورفين والجهد البدني
ENDORPHINS AND EXERCISE

مقدمة

منذ أن تم بالصدفة اكتشاف الأندورفين (Endorphins) في عام ١٩٧٥م، وهو يعد من أهم مسكنات الألم التي تفرز طبيعياً من جسم الإنسان. والأندورفين هو في الواقع من مجموعة البيبتيدات المتعددة (Polypeptides) التي تتمثل مهمتها الرئيسية في توصيل الإشارات العصبية عبر الجهاز العصبي.

يُصنَع الأندورفين من قبل تحت المهاد (Hypothalamus) ويُفرز في الدم عن طريق الفص الأمامي للغدة النخامية (Pituitary) في أوقات الإجهاد (stress) وحالات الإحساس بالألم، حيث يقوم الأندورفين بالاتحاد بمستقبلات الألم في الخلايا العصبية، وبالتالي يخفف الشعور بالألم، بالطريقة نفسها التي تعمل بها بعض الأدوية المسكنة للألم (المخدرة) كالمورفين والكودين، إلا أن الأندورفين الذي يفرز طبيعياً من الجسم لا يؤدي إلى الإدمان كما هو الحال مع الأدوية المخدرة المصنعة كيميائياً. ويؤدي اتحاد الأندورفين بالمستقبلات العصبية (Neurotransmitter) إلى منع إفراز الموصلات العصبية من النهايات العصبية، مما يحجب عملية توصيل الشعور بالألم إلى الدماغ.

يفرز الأندورفين استجابة لكل من الإجهاد (Stress) والألم، ويتمثل عمل الأندورفين في تخفيف الشعور بالألم، وخفض الإجهاد، وتعزيز الجهاز المناعي، كما أن من تأثيرات إفراز الأندورفين تحسن المزاج لدى الشخص والشعور بالسرور والانبساط.

يوجد حالياً أكثر من عشرين نوعاً من الأندورفين قد تم التعرف عليها، ومن بين الأنواع التي تفرز داخل الجسم كل من ألفا (Alpha) أندورفين، بيتا (Beta) أندورفين، جاما (Gamma) أندورفين، سيجما (Sigma) أندورفين، على أن بيتا أندورفين يعد أكثرها قوة وفعالية، وهو يتكون من سلسلة طويلة من الأحماض الأمينية (ثلاثين حمضاً أمينياً).

تأثير الجهد البدني على تركيز الأندورفين في الدم

يفرز الأندورفين استجابة للجهد البدني الهوائي المعتدل الشدة الذي يدوم ٢٠ دقيقة فأكثر، وقد يفرز في حالة الجهد البدني الأقل شدة إذا استمر الجهد لفترة طويلة. وطبقاً لنتائج بعض الدراسات، فإن تركيز الأندورفين في بلازما الدم يزداد استجابة للجهد البدني التحملي ليصل إلى ٥ أضعاف تركيزه في الراحة. وعلى الرغم من عدداً من البحوث وجد أن هناك حداً أدنى من شدة الجهد البدني لكي يتم إفراز الأندورفين بشكل كافٍ، إلا أن بعض من الدراسات الأخرى التي فحصت العلاقة بين شدة الجهد البدني ومدته ومستويات تركيز الأندورفين لدى العدائين الذكور لا تشير إلى أن هناك شدة محددة يزداد عندها معدل إفراز الأندورفين.

كما يرتفع تركيز الأندورفين استجابة للضغط النفسي الذي يسبق بدء المسابقة الرياضية، لكن مستوى تركيزه في بلازما الدم يزداد بشكل أعلى استجابة للجهد البدني خاصة العنيف، ففي دراسة أُجريت على مجموعة من السباحين تم خلالها قياس مستوى تركيز الأندورفين أثناء الراحة (قبل المسابقة بعدة أيام) ومقارنته بتركيزه في البلازما لدى مجموعة أخرى من غير الرياضيين، ولم يكن هناك أي فرق في تركيز الأندورفين في الراحة بين السباحين وغير الرياضيين، إلا أن تركيز الأندورفين في البلازما قبل المسابقة بقليل قد ارتفع من مستوى تركيزه في الراحة البالغ ٣٦,٣ ± ٢,٩ بيكو جرام/ مليلتر إلى ٥١,٨ ± ٢,٣ بيكو جرام/ مليلتر، على أن مستوى تركيز الأندورفين بعد مسابقة سباحة ١٠٠ متر حرة قد ارتفع كثيراً ليصل إلى ١٢٨,٦ ± ١٨,١ بيكو جرام/ مليلتر.

ولا يبدو بشكل عام أن هناك فروقاً ملحوظة في استجابة الأندورفين للجهد البدني لدى المرأة مقارنة بالرجل، كما تشير إلى ذلك نتائج البحوث التي قامت بالمقارنة بين الذكور والإناث في هذا الشأن، على الرغم من أن البعض قد سجل مستوى تركيز أقل للأندورفين في الراحة لدى المرأة الرياضية مقارنة بالرجل الرياضي.

ويعتقد كثير من العلماء أن الأندورفين هو المسئول عن حالة الشعور بالانبساط التي يحس بها العداءون المنتظمون على رياضة الجري والمسماة **(Runner's High)**، على الرغم من الاختلافات الكبيرة في توقيت إفراز الأندورفين بين عداء وآخر، فبعضهم يفرز جسمه مادة الأندورفين بعد حوالي ١٠ دقائق من الجري، والبعض الآخر قد يستغرق الأمر منه ٢٠–٣٠ دقيقة قبل شعوره بحالة الانبساط الناجمة من إفراز مادة الأندورفين، علماً بأن الإحصائيات تشير إلى أن حوالي ٧٠٪ فقط من العدائيين المتمرسين يشعرون بحالة الانبساط هذه.

ومن غير المعروف بالتحديد كيفية حدوث حالة الانبساط هذه، إلا أن البعض يعزوها إلى ارتفاع تركيز الأندورفين في بلازما الدم، على الرغم من أن الأندورفين الموجود في بلازما الدم لا يتمكن من عبور الحاجز الدموي الدماغي **(Blood-brain Barrier)**، لكن بعض الدراسات التي أجريت على الحيوانات تشير إلى أن الأندورفين يُنتج في داخل الدماغ استجابة للجهد البدني. أخيراً يعزو بعض المختصين حالة الشعور بالإدمان على ممارسة الرياضة لدى بعض الأشخاص إلى إفراز الأندورفين، وإن كان لا يوجد دلائل علمية قوية تربط ظاهرة إدمان الإنسان على ممارسة الرياضة بإفراز الأندورفين.

المراجع

المراجع الإنجليزية

(١) Carrasco L, Villaverde C, Oltras C. Endorphin responses to stress induced by competitive swimming event. *J Sports Med Phys Fitness* 2007; 47: 239-245.

(٢) Farrell P. exercise and endorphins-male responses. *Med Sci Sports Exerc* 1985; 17: 89-93.

(٣) Gannon G, Rhind S, Suzui M, Zamecnik J, Sabiston B, Shek P, Shephard R. B-Endorphin and natural killer cell cytolytic activity during prolonged exercise: Is there a connection? *Am J Physiol* 1998; 275: R1725-R1734.

(٤) Goldfarb A, Jamurtas A. B-endorphin response to exercise: an update. *Sports Med* 1997; 24: 8-16.

(٥) Goldfarb A, Jamurtas A, Kamimori G, Hegde S, Otterstetter R, Brown D. Gender effect on beta-endorphin response to exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 1672-1676.

(٦) Harber V, Sutton J. Endorphins and exercise. *Sports Med* 1984; 1: 154-171.

(٧) Heitkamp H, Huber W, Scheib K. B-Endorphin and adrenocorticotrophin after incremental exercise and marathon running-female responses. *Eur J Appl Physio*l 1996; 72: 417-424.

(٨) Schwarz L, Kindermann W. Changes in betaendorphin levels in response to aerobic and anaerobic exercise. *Sports Med* 1992; 13: 25-36.

(٩) Thoren P, Floras I, Hoffmann P, Seals D. Endorphins and exercise: Physiological mechanism and clinical implications. *Med Sci Sports Exerc* 1990; 22: 417-428.

obeikandl.com

obeikandl.com

المرتفعات والأداء البدني: اعتبارات فسيولوجية

مقدمة

تتوافر لدينا حالياً حصيلة كبيرة من المعرفة عن تأثير المرتفعات على الأداء البدني، ومدى قدرة الإنسان على التأقلم وتأثير ذلك على الأداء البدني عند مستوى سطح البحر. معظم هذه المعرفة في الواقع نتاج تجارب علمية شاقة في قمم المرتفعات عند ٣ آلاف متر فوق سطح البحر أو في غرف الضغط المحاكية للمرتفعات.

ومن الملاحظات الجديرة بالإشارة أولاً أن الأداء البدني في الرياضات التي تتطلب قدرة هوائية (أي التي تتطلب عنصر التحمل، كالمسافات الطويلة والمتوسطة في رياضات الجرى والسباحة والدراجات والتزلج) تتأثر سلباً بالمرتفعات كما حدث في الدورة الأولمبية عام ١٩٦٨م في مكسيكو سيتي (على ارتفاع ٢٣٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر)، حيث لم يتم تحطيم أي رقم قياسي في أي من السباقات التي تدوم أكثر من دقيقتين ونصف الدقيقة في تلك الدورة. أما في الرياضات ذات الطابع اللاهوائي التي تستغرق وقتاً قصيراً (أقل من دقيقة) فالمعتقد أن تأثير المرتفعات على الأداء البدني يعد ضئيل، بل أن كثافة الهواء المنخفضة تعمل على التقليل من مقاومة الهواء للرياضي، خاصة في مسابقات الوثب والعدو وسباقات السرعة في الدراجات، مما قد يحسن من الأداء البدني قليلاً.

تأثير المرتفعات على القدرة الهوائية القصوى (Maximum Aerobic Power)

من المعروف أن القدرة الهوائية القصوى (VO_2 max) تتأثر سلباً بالمرتفعات حيث تشير الدراسات العلمية إلى أن هناك فقداناً في القدرة الهوائية القصوى يصل إلى ٣,٥٪ لكل ٣٠٥ متر صعود فوق ارتفاع ١٥٠٠م من مستوى سطح البحر (أي أن مقدار الانخفاض في القدرة الهوائية القصوى يبلغ حوالي ١٢–١٥٪ عند الصعود إلى مستوى ٢٥٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر). على أن البعض يعتقد أن الانخفاض في القدرة الهوائية القصوى قد يكون على صورة أشد من ذلك.

ولقد تم التنبؤ بمقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين عند قمة أيفرست في جبال الهيملايا بحوالي ٣٥٠– ٥٠٠ ملليلتر في الدقيقة، وهو لا يختلف كثيراً عن معدل استهلاك الأكسجين أثناء الراحة الذي يبلغ ٢٦٠– ٢٨٠ ملليلتر

في الدقيقة لشخص متوسط الحجم. علماً بأن الاستهلاك الأقصى للأكسجين يتأثر لدى الرياضيين عند بلوغهم ارتفاع يصل إلى ٩٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر، غير أن الشخص العادي قد لا يتأثر استهلاكه الأقصى للأكسجين قبل الوصول إلى ١٢٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر.

ويحدث الانخفاض في الاستهلاك الأقصى للأوكسجين (والذي يعبر عن القدرة الهوائية القصوى) بسبب الانخفاض في الضغط الجوي للهواء، وما يعقبه من انخفاض في الضغط الجزئي للأوكسجين، كلما ارتفعنا عن سطح البحر. إن انخفاض الضغط الجزئي للأوكسجين يؤدي إلى خفض ضغط الأوكسجين في الحويصلات الرئوية، وبالتالي انخفاض نسبة تشبع الدم الشرياني بالأوكسجين (الدم المغادر الرئتين)، وبطبيعة الحال هذا يترجم إلى انخفاض في الأداء البدني في الرياضات التي تتطلب عنصر التحمل (مثل جري مسافة ١٥٠٠م فأكثر).

ولتوضيح ذلك تجدر الإشارة إلى أن كثافة الهواء تنخفض مع الارتفاع عن مستوى سطح البحر، فالضغط الجوي للهواء عند مستوى سطح البحر يبلغ ٧٦٠ مليمتر زئبقي، لكن هذا الضغط الجوي ينخفض مع الارتفاع عن سطح البحر، ليصل إلى ٥١٠ مليمتر زئبقي عند ارتفاع ٣٠٤٨ متر فوق مستوى سطح البحر. أما عند ارتفاع ٥٨٤٦ متر فوق مستوى سطح البحر، فيصل الضغط الجوي للهواء إلى نصف ما هو عليه عند مستوى سطح البحر.

وعلى الرغم من أن نسبة تركيز الأوكسجين في المرتفعات تبقى كما هي عند سطح البحر (٢٠,٩٣٪)، إلا أن الضغط الجزئي للأوكسجين ينخفض مع الارتفاع عن سطح البحر نتيجة لانخفاض الضغط الكلي للهواء، حيث أن الضغط الجزئي للأوكسجين يساوي نسبة تركيز الأوكسجين والتي هي ٢٠,٩٣٪ مضروباً بمقدار الضغط الكلي للهواء، وحيث أن الضغط الكلي للهواء ينخفض مع الارتفاع، فنجد أن الضغط الجزئي للأوكسجين ينخفض تبعاً لذلك، فعلى سبيل المثال يبلغ الضغط الجزئي للأوكسجين عند مستوى سطح البحر ١٥٩مم/ زئبقي (٠,٢٠٩٣ × ٧٦٠ مم/ زئبقي)، إلا أن هذا الضغط الجزئي للأوكسجين ينخفض عند ارتفاع ٣٠٤٨٩ متر فوق سطح البحر ليبلغ ١٠٧ مم/ زئبقي، ويوضح الجدول رقم (١) كل من الضغط الجوي وضغط الأكسجين عند مرتفعات مختلفة عن مستوى سطح البحر.

الجدول رقم (١). الضغط الجوي وضغط الأكسجين تبعاً للارتفاع عن مستوى سطح البحر.

الارتفاع (متر)	الضغط الجوي (ملم زئبقي)	ضغط الأكسجين (ملم زئبقي)
مستوى سطح البحر	٧٦٠	١٥٩,٢
١٠٠٠	٦٧٤	١٤١,٢
٢٠٠٠	٥٩٦	١٢٤,٩
٣٠٠٠	٥٢٦	١١٠,٢
٤٠٠٠	٤٦٢	٩٦,٩

ويعتقد أن قدرة الإنسان العادي لا تسمح له بالعيش بشكل دائم عند ارتفاعات أعلى من ٥٢٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر بدون استخدام اسطوانات الأوكسجين، حيث يصبح الضغط الجزئي للأوكسجين في الدم الشرياني عند هذا الارتفاع أقل من ٤٠مم/ زئبقي، وعلى الرغم من ذلك تفيد بعض التقارير أن هناك بعض الأفراد الذين تمكنوا من العيش على ارتفاع يزيد عن ٦٠٠٠ متر، إلا أن هذه الأمثلة هي الاستثناء وليست القاعدة. أما قدرة الشخص على القيام بجهد بدني فتنخفض في المرتفعات التي تزيد على ٤٥٠٠ متر، حيث يكون الضغط الجوي دون ٤٠٠ ملم زئبقي (مقارنة بمقدار الضغط الجوي عند مستوى سطح الأرض الذي هو ٧٦٠ ملم زئبقي).

التأقلم للمرتفعات

منح الله تعالى الجسم البشري قدرة عالية على التأقلم لمختلف الظواهر ومنها المرتفعات، حيث يعيش ويعمل أكثر من ٤٠ مليون إنسان من الكرة الأرضية على ارتفاع أكثر من ٣٠٠٠ متر فوق سطح البحر. وعلى الرغم من الاختلافات الواضحة في قدرة الأفراد على التأقلم على المرتفعات، إلا أنه بمجرد انتقال الإنسان إلى ارتفاع يتجاوز ٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر تبدأ سلسلة من الاستجابات الفسيولوجية في الحدوث، دلالة على محاولة الجسم التكيف مع الوسط الجديد، بعض هذه الاستجابات فورية وتحدث بمجرد وصول الفرد إلى المرتفعات، والأخرى تأخذ وقتاً أطول حتى تظهر، قد تصل إلى أسابيع أو شهور.

فمن مظاهر الاستجابة السريعة للعيش في المرتفعات حدوث زيادة في التنفس (فرط التهوية الرئوية) لدى الفرد، ويعزى ذلك إلى أن الانخفاض في الضغط الجزئي للأوكسجين في الدم الشرياني عند مستوى ٢٠٠٠ متر فوق سطح البحر يؤدي إلى تنبيه المستقبلات الكيميائية في الجسم (في الجسم السباتي وفي الجسم الأبهر) والتي بدورها تؤثر على مراكز التحكم في التنفس في الدماغ، مما ينتج عنه بالتالي زيادة التهوية الرئوية، من أجل تعويض الانخفاض في الضغط الجزئي للأوكسجين في الدم الشرياني.

ومن مظاهر الاستجابة السريعة كذلك ما يحدث للجهاز القلبي الوعائي حيث تزداد معدلات ضربات القلب وحجم نتاج القلب في الراحة وفي الجهد البدني دون الأقصى، بينما يبقى حجم الضربة (حجم الدم المدفوع من القلب في كل ضربة من ضربات القلب) بدون تأثير ملحوظ، الأمر الذي يجعل الجهد البدني ذاته يبدو أصعب في المرتفعات مقارنة بمستوى سطح البحر. أما معدل ضربات القلب القصوى ونتاج القلب الأقصى فينخفضان في المرتفعات، ويعتقد أن السبب في انخفاض معدل ضربات القلب القصوى في المرتفعات يعود إلى زيادة تحفيز النشاط نظير السمبثاوي وتثبيط النشاط السمبثاوي من جراء وجود الشخص في المرتفعات.

ومن الآثار الواضحة أيضاً لتأثير المرتفعات على الجسم حدوث فقدان لسوائل الجسم بشكل أكبر مما يحدث عند مستوى سطح البحر، حيث يفقد الجسم كمية من الماء نتيجة للتهوية الرئوية العالية نسبياً، بالإضافة إلى ذلك فإن الهواء في المرتفعات يكون جافاً وبارداً الأمر الذي يؤثر بالطبع على حجم سوائل الدم وخاصة حجم البلازما (انظر إلى الفقرة التالية).

أما أهم آثار التكيف الفسيولوجي البطيء الذي يحدث نتيجة للعيش في المرتفعات (من أسبوع إلى أكثر)، فيتمثل في التغيرات التي تحدث في حجم بلازما الدم والكريات الدموية الحمراء، فالملاحظ أن حجم بلازما الدم ينخفض في المرتفعات مما يجعل تركيز كريات الدم الحمراء يصبح عالياً مقارنة بمستوى سطح البحر. بالإضافة إلى ذلك فإن عدد كريات الدم الحمراء يرتفع نتيجة للعيش في المرتفعات، حيث يزداد معدل إنتاجها من نخاع العظام، وليس من المستغرب أن تزداد كريات الدم الحمراء بنسبة أكثر من ٣٠٪ عند الصعود إلى ارتفاع ٤٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر.

ومن الملاحظ أيضاً أن نسبة الهيموجلوبين (Hb) والهيماتوكريت (Hct) ترتفعان من جراء البقاء في المرتفعات مقارنة بمستوى سطح البحر. ومما لا شك فيه أن زيادة كرات الدم الحمراء سوف يؤدي إلى زيادة السعة الأكسجينية للدم (قدرة الدم على حمل الأوكسجين)، إلا أن الزيادة غير العادية في كرات الدم الحمراء تؤدي إلى زيادة لزوجة الدم، مما يعيق بالتالي عملية انتشار ونقل الدم في الجسم (وما لذلك من تأثير على الأكسجين).

وقد يصل الانخفاض في حجم البلازما حوالي ٢٥٪ خلال العشرة الأيام الأولى من وجود الشخص في المرتفعات، وقد يستغرق عودة حجم الدم إلى مستواه في سطح البحر عدة أسابيع إلى أشهر من العيش في المرتفعات. وعند عودة الرياضي إلى مستوى سطح البحر بعد قضاء عدة أسابيع في المرتفعات، فإن حجم بلازما الدم سرعان ما يعود إلى مستواه السابق في غضون أسبوع من العيش عند مستوى سطح البحر.

ومن مظاهر التكيف البطيء أيضاً نتيجة للمرتفعات زيادة في ميوجلوبين العضلات وكذلك زيادة في عدد الميتوكوندريا (بيت الطاقة) وارتفاع في تركيز عدد من الأنزيمات المسئولة عن عمليات إنتاج الطاقة الهوائية في الجسم. أما عن المدة اللازمة للتأقلم التام في المرتفعات فالملاحظ أنها تعتمد على مقدار الارتفاع، إلا أنه بشكل عام يمكن القول أنه يلزم أسبوعين للتأقلم لارتفاعات عند ٢٣٠٠ متر فوق سطح البحر فأقل.

ويعتقد كذلك أن التأقلم للمرتفعات يزول في غضون ٢-٣ أسابيع بعد العودة إلى مستوى سطح البحر. غير أن القدرة الهوائية القصوى تتأثر سلباً في المرتفعات، بل تظل متأثرة حتى بعد فترة من التأقلم في المرتفعات، ويوضح الجدول رقم (٢) استجابة بعض المتغيرات الفسيولوجية القصوى ودون القصوى قبل وأثناء ثم بعد العودة من المكوث مدة ٢٥ يوماً على ارتفاع ٢١٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر، حيث نلاحظ انخفاض الاستهلاك الأقصى للأوكسجين بمقدار ١٥,٦٪ (من ٤,٨٧ لتر/ق إلى ٤,١١ لتر/ق) في اليوم الأول في المرتفعات، ثم تحسنه شيئاً فشيئاً حتى وصل إلى ٤,٣٢ لتر/ق بعد ٢٥ يوماً من البقاء في المرتفعات (على الرغم من حدوث التأقلم، إلا أن مستوى الاستهلاك الأقصى للأوكسجين ما يزال منخفضاً بمقدار ١١,٣٪ بعد ٢٥ يوماً في المرتفعات، مقارنة بمستواه عند سطح البحر). لكن عند العودة مرة أخرى إلى مستوى سطح البحر، نجد أن مقدار الاستهلاك الأقصى للأوكسجين قد عاد وأرتفع عما كان عليه في المرتفعات ليصل إلى ٤,٧٦ لتر في الدقيقة، لكنه ما يزال دون مستواه السابق قبل الصعود إلى المرتفعات بحوالي ٢,٣٪.

الجدول رقم (٢). تأثير الصعود إلى ارتفاع ٢١٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر على القدرة الهوائية القصوى (لتر في الدقيقة) ومعدل ضربات القلب وتركيز حمض اللبنيك (مليمول/لتر) لدى مجموعة من الذكور تم إجراء اختبارات الجهد البدني لهم باستخدام دراجة الجهد.

المتغير	عند مستوى سطح البحر (قبل)	عند ارتفاع ٢١١٠ متر فوق مستوى سطح الأرض (الضغط الجوي = ٦٠٠ مم/ز)			عند مستوى سطح البحر (بعد)
		في اليوم الأول	بعد ٣ أيام	بعد ١٨ يوماً	بعد ٢٥ يوماً
الاستهلاك الأقصى للأكسجين	٤,٨٧	٤,١١	٤,١٧	٤,٢٣	٤,٣٢	٤,٧٦
ضربات القلب عند ٢٤٠ شمعة	١٥٦	١٧١	١٧٢	١٦٤	١٥٩	١٥٧
تركيز حمض اللبنيك عند ٢٤٠ شمعة	٢,٨	٤,٦	٤,٨	٣,٦	٣,٠	٢,٦

المصدر: Saltin, B. *RQES* (Suppl), 1996, 67: 1-10

أما المتغيرات الفسيولوجية دون القصوى (عند جهد بدني دون الأقصى)، كمعدل ضربات القلب دون القصوى وتركيز حمض اللبنيك دون الأقصى فإن تأثرها من جراء المرتفعات يكون أقل، خاصة بعد فترة من التأقلم في المرتفعات، كما أن مستوياتها بعد العودة من المرتفعات عادت إلى معدلاتها عند مستوى سطح البحر، مما يعني أن المتغيرات الفسيولوجية القصوى تتأثر بصورة أشد من تأثر المتغيرات دون القصوى من جراء البقاء في المرتفعات.

التدريب البدني في المرتفعات والأداء البدني

هل يمكن للتدريب البدني في المرتفعات من تحسين أداء الفرد في مسابقة لاحقة تقام عند مستوى سطح البحر؟ قبل الإجابة على هذا التساؤل يجدر بنا أن نشير إلى أن التأقلم على المرتفعات يؤدي إلى زيادة إمكانية الفرد على أداء جهد بدني عند ذلك الارتفاع.

وعلى الرغم من معرفتنا بأن التدريب في المرتفعات يؤدي إلى زيادة السعة الأكسجينية للدم، إلا أن البحوث العلمية لا تدل على أن هناك أثر مساعد للتدريب في المرتفعات على الأداء البدني لمنافسة تقام عند مستوى سطح البحر، حيث أشارت العديد من الدراسات والبحوث إلى عدم حدوث تحسن في أي من الاستهلاك الأقصى للأوكسجين أو في زمن الأداء البدني بعد العودة من تدريبات المرتفعات، بل أن بعض الدراسات تظهر لنا أن التدريب في المرتفعات لا يفوق التدريب عند مستوى سطح البحر في رفع الأداء البدني في مسابقة تقام عند مستوى سطح البحر.

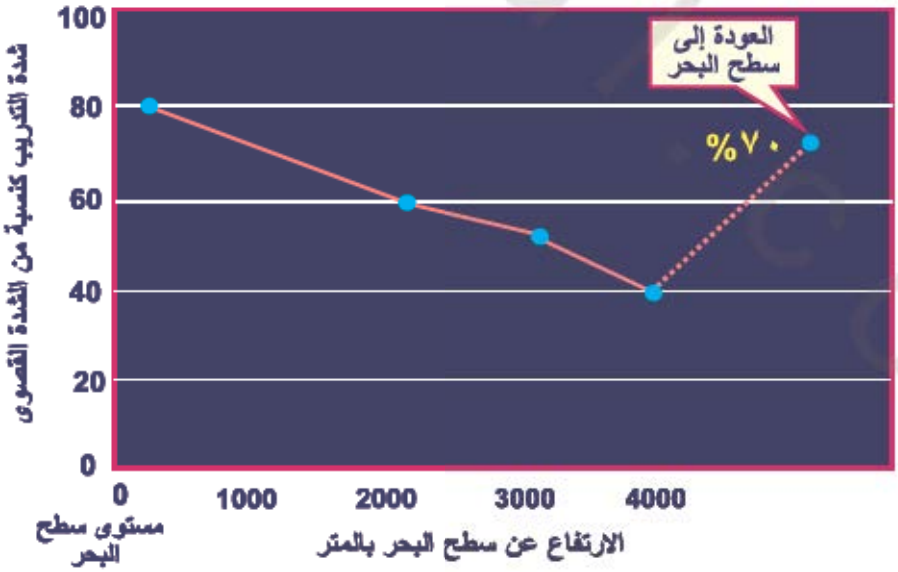
ولعل من أسباب عدم فعالية التدريب في المرتفعات كما تشير إليه البحوث المذكورة أنه عند ارتفاع ٢٢٠٠ متر أو أكثر فوق مستوى سطح البحر يصعب جداً على اللاعب أن يتدرب بشدة تماثل تلك الشدة التي كان يتدرب عليها عند مستوى سطح البحر، مما لا يلقي عبئاً كافياً على الجهاز العصبي العضلي لإحداث التكيف المطلوب للجهاز الأيضي في العضلات العاملة بشكل تام، على الرغم من أن التدريب في المرتفعات يجهد بشكل ملحوظ الجهاز القلبي التنفسي، ويوضح الشكل البياني رقم (١) مقدار الانخفاض في شدة التدريب عند قيام الشخص بالتدريب في المرتفعات.

ويتضح من الشكل أن وجود الرياضي عند ارتفاع ٢٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر يجعله قادراً على التدريب عند شدة لا تتجاوز ٦٠٪ من الشدة القصوى التي يمكنها التدريب عندها فيما لو كان عند سطح البحر، بينما يمكن الرياضي المتميز التدريب عند شدة تصل إلى ٨٠٪ من شدته القصوى أو تزيد قليلاً فيما لو كان عند مستوى سطح البحر.

العيش في المرتفعات والتدريب عند مستوى سطح البحر

وفي الآونة الأخيرة ونظراً للاعتبارات التي تم التطرق لها في الفقرة السابقة فقد بدأ الاهتمام بإتباع نمط جديد من التكيف الناجم عن المرتفعات، ألا وهو العيش في المرتفعات والتدريب البدني عند مستوى سطح البحر، خاصة في ظل توفر غرف المرتفعات التي تمكن الرياضي من دخولها في الليل والنوم فيها مدة لا تقل عن ثمان ساعات ومن ثم الخروج في الصباح وممارسة التدريب عند مستوى سطح البحر.

وتشير بعض الدراسات إن ذلك النمط من الحياة يؤدي إلى تحسن في الأداء البدني التحملي، حيث تتم الاستفادة من النوم في المرتفعات في تحفيز كريات الدم الحمراء في الجسم وزيادة نسبة الهيماتوكريت مع المحافظة على شدة التدريب البدني، كما يؤدي ذلك إلى زيادة مستوى الاستهلاك الأقصى للأكسجين وتحسين العتبة اللاهوائية، في المسافات التي تزيد على ٣٠٠٠ متر. وتبين التقديرات إلى أن إتباع هذا النظام من العيش في المرتفعات والتدريب عند مستوى سطح البحر قد يقود إلى تحسين زمن سباق المارثون بحوالي ٨,٥ دقائق (أي حوالي ٥٪).



الشكل البياني رقم (١). الانخفاض في شدة التدريب البدني تبعاً لمقدار لارتفاع عن مستوى سطح البحر.

المصدر: Kollias & Buskirk, 1974

توصيات بشأن التكيف في المرتفعات

- يعتمد حدوث التأقلم التام للاعب على مقدار الارتفاع، حيث يتراوح بين أسبوعين إلى ثلاثة في الارتفاعات التي عند ٢٠٠٠–٢٥٠٠ متر فوق سطح البحر.
- في حالة وجود مسابقة في المرتفعات ولم يكن باستطاعة اللاعب أن يقضي فترة التأقلم اللازمة قبل السباق في المرتفعات، فينبغي عليه أن يجدول وصوله إلى المرتفعات قبل السباق بوقت قصير جداً (بيوم واحد).
- فيما يتعلق بالتدريب البدني في المرتفعات، ينبغي على اللاعب المحافظة على شدة التدريب مع خفض مدة التدريب والإبقاء على التكرارات الأسبوعية.
- ينبغي على اللاعب الذي يتدرب في المرتفعات الإكثار من تناول السوائل وخاصة الماء حيث يتم فقده بسهولة في المرتفعات نتيجة للتنفس المتزايد.

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. المرتفعات والأداء البدني. مطوية صادرة من المؤلف، ١٩٩٠م.

(٢) الهزاع، هزاع محمد. زيادة السعة الأكسجينية للدم، محاضرة ألقيت في ندوة المنشطات والمكملات الغذائية، أبو ظبي: القوات المسلحة، دولة الإمارات العربية المتحدة، ٢٠٠٧م.

المراجع الإنجليزية

(٣) Bailey D, Davies B. Physiological implications of altitude training for endurance performance at sea level: a review. *Br J Sports Med* 1997; 31:183-90.

(٤) Berglund B. High-altitude training: Aspects of haematological adaptation. *Sports Med* 1992; 14: 289-303.

(٥) Burtscher M, Faulhaber M, Flatz M, Likar R, Nachbauer W. Effects of short-term acclimatization to altitude (3200 m) on aerobic and anaerobic exercise performance. *Int J Sports Med* 2006; 27:629-35.

(٦) Cerretelli P, Ferretti G, (Eds). Muscular exercise at high altitude. *Int J Sports Med* (suppl 1) 1990; 11: s1-s34.

(٧) Chapman R, Levine B. Altitude training for the marathon. *Sports Med* 2007; 37: 392-395.

(٨) Coudert J. Anaerobic performance and altitude. *Int J Sports Med* (suppl 1) 1992; 13: s82-s85.

(٩) Kollias J, Buskirk E. Exercise and altitude. In Johnson W and Buskirk E. (Eds): *Science and Medicine of Exercise and Sports*. New York, Harper and Row, 1974: 211-227.

(١٠) Roels B, Bentley D, Coste O, Mercier J, Millet G. Effects of intermittent hypoxic training on cycling performance in well-trained athletes. *Eur J Appl Physiol* 2007; 101: 359-68.

(١١) Rusko H, Tikkanen H, Peltonen J. Altitude and endurance training. *J Sports Sci* 2004; 22:928-44.

(١٢) Saltin B. Exercise and the environment: focus on altitude. *Res Q Exerc Sport* (suppl), 1996; 67: 1-10.

openkanal.com

(١٣) Sutton J, Jones N, Griffith L, Pugh C. Exercise at altitude. *Ann Rev Physiol* 1983; 45: 427-437.

(١٤) Sutton J, Reeves J, Groves B, et al. Oxygen transport and cardiovascular function at extreme altitude: Lessons from Operation Everest II. *Int J Sports Med* (suppl 1) 1992; 13: s13-s18.

(١٥) Terrados N. Altitude training and muscular metabolism. *Int J Sports Med* (suppl 1) 1992; 13: s206-s209.

(١٦) Wehrlin J, Zuest P, Hallén J, Marti B. Live high-train low for 24 days increases hemoglobin mass and red cell volume in elite endurance athletes. *J Appl Physiol* 2006; 100:1938-45.

(١٧) Wolski L, McKenzie D, Wenger H. Altitude training for improvements in sea level performance- Is there scientific evidence of benefit? *Sports Med* 1996; 22: 251-263.

obeikandl.com

التنظيم الحراري أثناء الجهد البدني في الجو الحار والإصابات الحرارية

إنتاج الحرارة من الجسم أثناء الجهد البدني في الجو الحار

على عكس الزواحف وبعض الحيوانات الأخرى ذوات الدم البارد، يعد الإنسان من الثدييات ذوات الدم الحار، مما يستعدي الأمر المحافظة على استقرار درجة حرارة جسمه طوال الوقت عند معدل ٣٧ درجة مئوية (٩٨,٦ فهرنهايت) بغض النظر عن درجة الحرارة الخارجية. ولقد زود الله سبحانه وتعالى الإنسان بآلية (كيفية) فعالة تمكنه من إنتاج الحرارة والتخلص منها، من أجل أن الإبقاء على درجة حرارة الجسم الداخلية ضمن الحدود الفسيولوجية المعتادة، تزيد أو تنخفض بنصف درجة مئوية تقريباً طوال اليوم. ومن المعروف أن درجة حرارة الجسم تبلغ أدنى مستوى لها أثناء النوم، وأعلى مستوى لها في ساعات المساء الأولى.

والجدير بالذكر أن معدل إنتاج الحرارة أثناء الجهد البدني العنيف يرتفع إلى حد كبير، لأن معظم الطاقة اللازمة للانقباض العضلي (أكثر من ٧٥٪) يتم فقدها على هيئة حرارة. ولو تصورنا أن الجسم لم يتمكن من التخلص من الحرارة المنتجة بصورة أو بأخرى، فإن الحرارة الداخلية للجسم سوف ترتفع بمعدل درجة مئوية واحدة كل ٥–٨ دقائق أثناء الجهد البدني المتوسط الشدة، مما سيؤدي في النهاية إلى حدوث فرط الحرارة (ارتفاع درجة حرارة الجسم الداخلية) ومن ثم الإعياء الحراري في حدود ١٥–٢٠ دقيقة.

غير أن هذا لا يحدث في الأحوال الاعتيادية، حيث حبا الله جسم الإنسان بآلية جيدة للتحكم بدرجة حرارته الداخلية وبالتالي في التخلص من الحرارة المنبعثة من الانقباض العضلي، إلا أن التدريب البدني في الجو الحار (أو الشديد الرطوبة) يلقي عبئاً إضافياً على نظام التحكم الحراري في الجسم، مما قد يؤدي في بعض الأحيان إلى عجز الجسم عن تنظيم درجة حرارته الداخلية، وبالتالي إلى ارتفاعها كثيراً، الأمر الذي يؤدي إلى حدوث الإصابات الحرارية، خاصة لدى المبتدئين بممارسة التدريب البدني، أو غير المتأقلمين على الجهد البدني في الجو الحار، أو في حالات صحية خاصة يكون فيها الإنسان أكثر عرضة للإصابات الحرارية.

كيفية انتقال الحرارة (Heat Transfer)

ينبغي القول أولاً إن هناك تبادلاً مستمراً لعمليتي اكتساب الطاقة الحرارية وفقدها بين جسم الإنسان والبيئة الخارجية المحيطة، حيث يتم فقدان واكتساب الطاقة الحرارية بالوسائل الأربع التالية:

١- الإشعاع (Radiation)

هو انتقال الطاقة الحرارية على صورة موجات كهرومغناطيسية (شبيهة بحزم الأشعة الضوئية) من جسم إلى آخر، فالشمس مثلاً تعطي طاقة حرارية بالإشعاع للإنسان الذي من الممكن أن يفقد كذلك طاقة حرارية بالإشعاع للأجسام المحيطة، وفي الواقع يمكن لشخص موجود في بيئة حرارية معتدلة (١٢-٢٥ درجة مئوية) لا يرتدي أي ملابس أن يفقد حوالي ٦٠٪ من الطاقة المخزنة في جسمه عن طريق الإشعاع.

٢- التوصيل (Conduction)

يتم خلال هذه الطريقة انتقال الطاقة الحرارية من الجسم الحار إلى الجسم الأقل حرارة عن طريق الملامسة، وكذلك انتقال الحرارة من الماء الساخن إلى جسم الإنسان عند الجلوس في مغطس مملوء بالماء الساخن، والعكس صحيح بالنسبة للماء البارد، وفي داخل جسم الإنسان تنتقل الحرارة من نسيج إلى آخر حتى الوصول إلى سطح الجلد ثم إلى الملابس التي يرتديها الشخص، والعكس صحيح.

٣- الحمل (Convection)

يتم انتقال الطاقة الحرارية من الجسم عن طريق ملامسة الهواء المحيط بالجسم لسطح الجلد، حيث يؤدي التيار الهوائي إلى إزاحة الهواء السابق، وإحلال هواء آخر، وهكذا يتم من خلال هذه العملية انتقال الطاقة الحرارية بالحمل، فعندما يكون الهواء المحيط بالجسم بارداً مقارنة بدرجة حرارة سطح الجلد، فإنه يكتسب الحرارة ثم يسخن فينتقل بعيداً عن سطح الجسم، لتأتي جزيئات أخرى من الهواء وتلامس سطح الجلد وتكتسب الحرارة وهكذا، والعكس صحيح بالنسبة للهواء الحار الملامس لسطح الجلد، فإنه يفقد الحرارة ويكتسبها سطح الجلد عندما تكون درجة الهواء المحيط أعلى من درجة حرارة سطح الجلد. ويزداد معدل انتقال الحرارة بالحمل كلما كانت حركة جزيئات الهواء المحيطة بالجسم عالية. كما يمكن للسوائل أيضاً توصيل الحرارة بواسطة الحمل.

٤- التبخر (Evaporation)

يتم فقد الطاقة الحرارية من سطح الجسم بواسطة التبخر الذي يحدث لسائل العرق، ويعد التبخر من الطرق الأساسية والمهمة التي يتمكن الجسم خلالها من التخلص من الحرارة العالية الناتجة عن الجهد البدني العنيف. إلا أن زيادة الرطوبة النسبية في الجو المحيط (زيادة جزيئات بخار الماء في الجو) تؤدي إلى انخفاض قدرة العرق على التبخر، لتصبح صفراً عند درجة رطوبة مقدارها ١٠٠٪. بالإضافة إلى تبخر العرق، فإن جزءاً بسيطاً من الطاقة الحرارية المخزنة في الجسم يتم فقده عن طريق تبخر هواء الزفير في المجاري التنفسية من جراء التهوية الرئوية العالية أثناء الجهد البدني، ويبلغ مقدار الطاقة الحرارية المفقودة عبر تبخر هواء التنفس جوالي ٥٪ من الطاقة الحرارية المنبعثة من التبخر.

ويلاحظ أن الجسم يمكنه اكتساب وفقد الطاقة الحرارية بالطرق الثلاث الأولى وهي: الإشعاع والتوصيل والحمل، بينما يتم فقط من خلال عملية التبخر فقدان الطاقة الحرارية من الجسم إلى المحيط الخارجي، ولا بد لقطرات العرق أن تتبخر حتى يتم فقدان الطاقة الحرارية منها، وبالتالي تبريد سطح الجلد، أما إذا سقطت قطرات العرق على الأرض أو تم مسحها بقطعة قماش أو منديل من سطح الجلد فلن يتم فقدان الحرارة منها. ومن المعروف أن تبخر لتر واحد من العرق يؤدي إلى فقدان ٥٨٠ كيلو سعراً حرارياً من الجسم.

آلية التحكم الحراري في الجسم (Mechanism of Heat control)

يتم التحكم في درجة حرارة الجسم الداخلية عن طريق خلايا عصبية حساسة، موجودة في الجزأين الأمامي والخلفي من منطقة تحت المهاد (**Hypothalamus**)، حيث تقوم هذه الخلايا برصد درجة حرارة الدم، فالخلايا الأمامية لتحت المهاد تستجيب لارتفاع درجة حرارة الجسم، بينما تستجيب الخلايا الخلفية في تحت المهاد لانخفاض درجة حرارة الجسم. بالإضافة إلى المستقبلات الحرارية المركزية الموجودة في منطقة تحت المهاد، هناك مستقبلات حرارية طرفية (للحرارة والبرودة) موجودة على سطح الجلد، تشعر بدرجة الحرارة المحيطة بالجسم وترسل المعلومات إلى منطقة تحت المهاد وإلى القشرة الدماغية (**Cerebral cortex**).

أما كيفية التحكم في عملية انتقال الحرارة من الجسم إلى المحيط الخارجي فتتمثل في واقع الأمر في الآليتين التاليتين:

١- التحكم في كمية الدم المتجه للجلد، حيث يؤدي توسع الأوعية الدموية المحيطية إلى اتجاه كمية أكبر من الدم إلى الجلد، وبالتالي فإن الدم الحار القادم من مركز الجسم سوف يفقد جزءاً من حرارته عن طريق إحدى الوسائل السابقة (الإشعاع، التوصيل، الحمل) من جراء جريانه في الجلد. والملاحظ أن حجم الدم المتجه للجلد يزداد عندما ترتفع شدة الجهد البدني إلى ما يعادل لتراً واحداً من استهلاك الأوكسجين (VO_2)، على أن بلوغ درجة الحرارة الداخلية للجسم حداً معيناً (يختلف تبعاً لعدة عوامل من أهمها محتوى الجسم من السوائل) فإن توسع الأوعية الدموية الطرفية لا يزداد بشكل ملحوظ، على الرغم من ارتفاع درجة حرارة الجسم.

ومن جهة أخرى عندما يكون الجو الخارجي بارداً، يقوم تحت المهاد (الخلايا الخلفية) من خلال الجهاز العصبي السمبثاوي بتقليص الأوعية الدموية تحت الجلد ليتجه الدم بعد ذلك إلى وسط الجسم (مركزه) بعيداً عن الأطراف، مما يقود في النهاية إلى تقليص الفرق في درجة الحرارة بين الجلد والبيئة المحيطة، الأمر الذي يقلل من فقدان الحرارة من الجسم، كما أن بقاء الأوعية الدموية الطرفية متقلصة يمنع إلى حد كبير عملية انتقال الحرارة من داخل مركز الجسم إلى محيطه (أطرافه).

٢- التحكم في كمية إفراز العرق بواسطة الغدد الدرقية، حيث إن زيادة عملية إفراز العرق ومن ثم تبخره، سوف تؤدي إلى سرعة معدل فقدان الحرارة من الجسم. ويعد تبخر العرق الطريقة الرئيسية للتخلص من ارتفاع

درجة حرارة الجسم أثناء الجهد البدني، خاصة في الجو الحار، حيث يتم التخلص من حوالي ٨٠٪ من الطاقة الحرارية المخزنة في الجسم عن طريق تبخر العرق، مقارنة مع حوالي ٢٠٪ من الطاقة الحرارية التي تفقد عن طريق التبخر أثناء الراحة.

والمعروف أن كلا الآليتين (التحكم في كمية الدم المتجه إلى الجلد، والتحكم في كمية إفراز العرق) يتم ضبطهما والتحكم فيهما عن طريق نشاط تحت المهاد في قاع الدماغ (**Hypothalamus**). علماً بأن انتقال الحرارة من وإلى الجسم يعتمد بشكل كبير على مقدار مساحة سطح الجسم منسوباً لكتلة الجسم، وعليه، فكلما كان الشخص صغير الحجم كلما كان من السهولة بمكان اكتسابه الحرارة وفقدانه لها من الوسط المحيط به.

هل يؤثر ارتفاع درجة الحرارة الخارجية سلباً على الأداء البدني؟

إن من المؤكد أن ارتفاع درجة الحرارة الخارجية إذا تزامن مع زيادة معدل شدة الجهد البدني سوف يلقي عبئاً إضافياً على جهاز التحكم الحراري والجهاز الدوري معاً. لكن السؤال المطروح هو هل هناك تأثير سلبي على الأداء البدني من جراء ارتفاع درجة الحرارة الخارجية؟ بالطبع هناك تأثير سلبي لارتفاع درجة الحرارة الخارجية أو زيادة الرطوبة النسبية على مستوى الأداء البدني (**Performance**)، المرتفع الشدة، خاصة في المسابقات التي تتطلب عنصر التحمل، أو تلك التي تدوم لفترة طويلة (أكثر من ١٥ دقيقة).

يعتقد نظرياً أن السبب في انخفاض الأداء البدني في الجو الشديد الحرارة ناتج عن حدوث تنافس بين العضلات العاملة والجلد على الدم الصادر من القلب (أي على نتاج القلب، وهو كمية الدم التي يضخها القلب باللتر في الدقيقة)، فالعضلات العاملة تتطلب ضخ أكبر كمية من نتاج القلب المحمل بالأكسجين إليها، لتتمكن من أداء الانقباض العضلي اللازم للجهد البدني بفاعلية، بينما نجد أن الجلد يحتاج إلى زيادة الدم المتجه إليه حتى يتمكن من القيام بعملية التبريد الضرورية لخفض درجة حرارة الجسم.

كما يتأثر الجهاز القلبي الدوري من جراء الجهد البدني الطويل الأمد في الجو الحار، خاصة عندما لا يتم تعويض السوائل المفقودة من خلال العرق – حيث من الممكن أن يحدث انخفاض في كمية العائد الوريدي (**venous return**)، وهو الدم العائد إلى القلب عبر الأوردة، نتيجة للتوسع الشديد في الأوعية المحيطية من جراء ضخ الدم إلى الجلد كإجراء لخفض درجة حرارة الجسم، مضافاً إلى ذلك ما ينتج من انخفاض حجم بلازما الدم بسبب التعرق الغزير الذي غالباً ما يحدث أثناء الجهد البدني الطويل الأمد في الجو الحار.

إن انخفاض العائد الوريدي سوف يقود بالطبع إلى انخفاض ضغط ملء القلب (أي انخفاض العبء القبلي)، وبالتالي إلى انخفاض نتاج القلب من جراء تدني حجم الضربة، مما يؤدي بعد ذلك إلى انخفاض في الضغط الشرياني (بسبب انخفاض نتاج القلب مع بقاء الأوعية الدموية في حالة توسع)، وعند هذه المرحلة، فإن الجسم سيقوم بحماية التوازن الداخلي له (أي المحافظة على الضغط المركزي) على حساب التحكم الحراري، والنتيجة هي انخفاض كمية

الدم المتجهة إلى الجلد، وكذلك انخفاض كمية العرق بغرض ترشيد سوائل الجسم، فترتفع نتيجة لذلك درجة الحرارة الداخلية للجسم بما يصاحب ذلك من تعب وإعياء مع احتمال التعرض للإصابات الحرارية إذا لم يتم التوقف عن أداء الجهد البدني.

وعلى الرغم مما سبق الإشارة إليه من تغيرات ملحوظة في الجهاز الدوري من جراء ارتفاع درجة الحرارة الداخلية للجسم كنتيجة للجهد البدني في الجو الحار، إلا عدداً من الدلائل العلمية الحديثة بدأ يتراكم مشيراً إلى أن الأسباب الرئيسية لانخفاض الأداء البدني في الجو الحار لا يكمن في التغيرات الحاصلة في الجهاز الدوري التي أشرنا إليها في الفقرات السابقة، بل يكمن في الجهاز العصبي المركزي، حيث يعتقد أن ارتفاع درجة الحرارة الداخلية للجسم فوق حداً معيناً يؤدي إلى تثبيط الإيعاز المحفز للعضلات والقادم من الدماغ، والنتيجة هي انخفاض مستوى الأداء البدني والشعور بالتعب المركزي مع ظهور الأعراض الأخرى المصاحبة للجهد البدني في الجو الحار، كالشعور بالغثيان، والدوخة.

إن الاعتقاد السائد أن هذه الأعراض، بما في ذلك تدني قوة العضلات على إنتاج القوة الانقباضية، تمثل نوعاً من الحماية للجسم من أن يصل به الأمر إلى حالة من الهبوط الدوري أو الفشل الكلوي الذين يمكن أن يحدثا من جراء الإصابة بالضربة الحرارية.

أما أثناء الجهد البدني المنخفض إلى المعتدل الشدة الذي لا يدوم طويلاً، فلا يعتقد أن الأداء البدني يتأثر سلباً بشكل ملحوظ من جراء ارتفاع درجة الحرارة الخارجية لدى الشخص الذي لا يعاني من جفاف في الجسم، حيث تشير البحوث في هذا الصدد إلى أن الجسم البشري يكون قادراً على إعادة توزيع الدم من المناطق غير العاملة أثناء الجهد البدني كالأحشاء والكليتين وضخه إلى الجلد بغرض التبريد دون حدوث نقص ملحوظ للدم المتجه إلى العضلات العاملة، ودون الحاجة إلى زيادة ملحوظة في حجم نتاج القلب.

قياس الإجهاد الحراري على الجسم (Measurement of Heat Stress)

تمثل درجات الحرارة، التي تصدر ضمن النشرات الجوية في المحطات التلفزيونية والإذاعية، درجة الحرارة الخارجية الجافة (Dry bulb temperature)، والتي يتم قياسها بواسطة مقياس درجة الحرارة الزئبقي في مكان ظليل وفي منطقة مفتوحة يتم فيها السماح بمرور الهواء بحرية. وعلى الرغم من المعلومات المفيدة والمهمة التي تزودنا بها عن درجة الحرارة الخارجية الجافة، إلا أنها لا تعد كافية للدلالة على مقدار الإجهاد الحراري على الجسم أثناء الجهد البدني في الجو الحار. ولمعرفة الإجهاد الحراري على الجسم ينبغي أن نعرف – بالإضافة إلى درجة الحرارة الخارجية الجافة – درجة الرطوبة النسبية، والحرارة القادمة عن طريق الإشعاع.

ذلك أن ارتفاع نسبة الرطوبة (بخار الماء) في الجو الخارجي يلقي عبئاً إضافياً على آلية التحكم الحراري في الجسم، فارتفاع نسبة الرطوبة الخارجية يجعل عملية تبريد الجسم عن طريق تبخر العرق صعبة، وقد تكون غير

ممكنة عندما تصل نسبة الرطوبة إلى درجة عالية جداً، ولهذا الغرض لا يكفي قياس درجة الحرارة الخارجية بواسطة الترمومتر الاعتيادي (الجاف)، بل لا بد من مراعاة عامل الرطوبة وكذلك عامل الإشعاع الحراري القادم مباشرة من أشعة الشمس، وهذا بالتحديد ما يقوم به مقياس درجة الحرارة الكروي الرطب (Wet–Globe Thermometer) أو الترمومتر الكروي الرطب – الذي يتكون من ترمومتر (مقياس درجة الحرارة) زئبقي جاف ليعكس الحرارة الخارجية الجافة، وترمومتر آخر موضوع داخل جسم نحاسي كروي مغطى بقطعة قماش سوداء (أو مصبوغ بلون أسود ليمتص أشعة الشمس) يعبر عن الإشعاع الحراري، ومقياس حرارة زئبقي ثالث مغطى رأسه بقطعة قماش قطنية بيضاء مبللة بالماء يتدلى منها خيط (كالفتيلة)، ويعلق هذا المقياس في الهواء لتعكس قراءة الترمومتر تأثير الحرارة القادمة من أشعة الشمس (الإشعاع) وتأثير ملامسة الهواء المحيط بالترمومتر (الحمل) بالإضافة إلى تأثير عملية التبريد الناجمة عن تبخر الماء من قطعة القماش المبللة.

التأقلم على الجهد البدني في الجو الحار

يعد التأقلم جزءاً من التكيف الفسيولوجي الذي يحصل لأجهزة الجسم المختلفة جراء التدريب البدني في الجو الحار. ويحدث التأقلم نتيجة للتعرض بشكل متكرر ومتدرج للجهد البدني في الجو الحار، والنتيجة هي زيادة قدرة الشخص على أداء الجهد البدني تحت الظروف الجوية الحارة، من خلال تحسن وظائف الجهاز الدوري وزيادة فاعلية جهاز التنظيم الحراري واتزان السوائل في الجسم. هذه التغيرات الإيجابية تجعل صور الإجهاد الحراري أخف وطأة على وظائف الجسم وأقل أثراً، فنجد أن ارتفاع درجة حرارة الجسم يكون بعد التأقلم أقل مما سبق، والقدرة على التخلص من الحرارة تتحسن، كما تستجيب الغدد العرقية للتدريب البدني بشكل فعال، فتصبح أكبر حجماً وأكثر كفاءة، وتكون مستهل عتبة التعرق أدنى (أي يبدأ الجسم بالتعرق مبكراً مقارنة بما قبل التأقلم)، كما أن إفراز العرق بعد التأقلم يصبح أقل احتواءً على كلوريد الصوديوم (الملح)، مما يشير إلى أن الجسم صار أكثر قدرة على ترشيد هذا العنصر المهم.

ويؤدي التأقلم على الجو الحار إلى انخفاض ضربات القلب دون القصوى عند أداء جهد بدني دون الأقصى، ويزداد تدفق الدم إلى الجلد، ويصبح حجم بلازما الدم أكثر لدى المتأقلم مقارنة بغير المتأقلم، مما يزيد حجم الضربة وبالتالي نتاج القلب. بالإضافة إلى ما سبق، ينخفض استخدام جليكوجين العضلات أثناء الجهد البدني دون الأقصى بعد التأقلم، مما يعني انخفاض إنتاج حمض اللبنيك في الجهد البدني دون الأقصى.

والملاحظ أيضاً أن ذوي اللياقة البدنية العالية يتعرقون بصورة أسرع من ذوي اللياقة المنخفضة عند أداء جهد بدني، ولذا فإنهم يخزنون حرارة أقل من غير اللائقين بدنياً، مما يجعلهم أقل عرضة للإصابات الحرارية. كما يتحسن زمن الجهد البدني بعد حصول التأقلم.

ويوضح الجدول رقم (١) مجمل مظاهر الاستجابة الفسيولوجية للجهد البدني في الجو الحار بعد فترة من التأقلم تتراوح من ١٠ أيام إلى أسبوعين، مقارنة بما قبل التأقلم. إن من أهم مظاهر التأقلم على الجهد البدني في الجو الحار ترشيد طرح الصوديوم والكلوريد (الملح) في سائل العرق. ويعزى ذلك لزيادة حجم البلازما والتنشيط الهرموني. ويعد الصوديوم عنصراً مهماً للتحكم في حجم السوائل بالجسم، علماً بأن تركيزه في البلازما يبلغ ١٤٠-١٤٥ مليمول/لتر، أما إذا انخفض مستواه عن ١٣٠ مليمول/لتر فيؤدي ذلك إلى أعراض نقص الصوديوم.

الجدول رقم (١). مظاهر الاستجابة الفسيولوجية للجهد البدني بعد التأقلم على الجهد البدني في الجو الحار مقارنة بما قبل التأقلم.

المتغير	الاستجابة بعد فترة من التأقلم لمدة ١٠- ١٤ يوماً
ضربات القلب	تنخفض
حجم الضربة	يزداد
درجة حرارة الجسم	تنخفض
درجة حرارة الجلد	تنخفض
معدل التعرق	يزداد
مستهل (بداية) التعرق	تحدث مبكراً
محتوى العرق من الصوديوم	ينخفض
معدل القدرة على الجهد البدني	تزداد
التعب العضلي	ينخفض
حجم السوائل خارج الخلايا	يزداد
حجم بلازما الدم	يزداد

المصدر: Binkley, et al, J Athletic Training, 2002, 37: 329-343

ويعتمد مقدار التأقلم على التدريب البدني في الجو الحار على عدة عوامل منها العمر، ونوع الجنس، والرطوبة الخارجية، واللياقة البدنية، ويعتقد أن التأقلم التام مع الجو الحار يحدث للشخص البالغ خلال مدة تتراوح من ١٠ أيام إلى أسبوعين من التدريب البدني المتوسط الشدة. أما عن المدة التي يضمحل خلالها التأقلم مع الجو الحار بعد أن يكون قد اكتسبه الرياضي، فيعتقد أنها تتراوح من أسبوعين إلى ٤ أسابيع.

إن أول متغير يبدأ بالاضمحلال هو ذلك المتغير الذي حصل له التأقلم أولاً، لذا نرى أن أول ما يضمحل (أول من يفقد التأقلم) هو معدل ضربات القلب وبقية المتغيرات القلبية التنفسية الأخرى، علماً بأن الرياضيين الذين يمتلكون معدلاً عالياً من الاستهلاك الأقصى للأكسجين يكون اضمحلال التأقلم لديهم أبطأ من الذين يمتلكون معدلاً منخفضاً من الاستهلاك الأقصى للأكسجين.

الإصابات الحرارية الناجمة عن الجهد البدني في الجو الحار

تتأثر الوظائف الحيوية في الجسم من جراء ارتفاع درجة حرارة الجسم، فعندما ترتفع درجة حرارة الجسم فوق ٤٣ درجة مئوية (١٠٩ فهرنهايت) فإن ذلك يؤدي إلى بداية تفكك وتحلل الإنزيمات البروتينية في خلايا الجسم ويتبع ذلك احتراق بطيء لأنسجته. على هذا يتضح مدى أهمية جهاز التنظيم الحراري في التخلص من الحرارة المنتجة من الانقباض العضلي، خاصة عندما نعرف أن القيام بجهد بدني عنيف لمدة طويلة كما في سباق الماراثون مثلاً قد يؤدي إلى رفع درجة حرارة الجسم إلى ما فوق ٤٠,٦ درجة مئوية (١٠٥ درجات فهرنهايت).

ولا يقتصر الارتفاع في درجة الحرارة مع ما يصاحبه من جفاف في الجسم على تعريض صحة الفرد للخطر، بل أن ارتفاع درجة الحرارة الداخلية للجسم يوثر سلباً على الأداء البدني التحملي، حيث يؤدي إلى انخفاض حجم بلازما الدم من جراء التعرق، ويقود إلى انخفاض حجم الدم المضخوخ إلى العضلات العاملة (حدوث تنافس على الدم بين كل من العضلات العاملة والجلد.

في الفقرات التالية، سنستعرض أهم الإصابات الحرارية الشائعة أثناء الجهد البدني، خاصة في الجو الحار، ونتناول بعض المعلومات المبسطة حول مؤشرات الإصابات الحرارية وكيفية التصرف حيالها.

١– التشنج الحراري (Heat Cramp)

عندما يفقد الشخص كمية كبيرة من السوائل نتيجة للتعرق، فإن ذلك يؤدي إلى فقدان كمية من الصوديوم والبوتاسيوم مع العرق، وبذلك ينخفض تركيز هذين العنصرين المهمين في السوائل المحيطة بالخلايا العضلية، مما يؤدي إلى تغيير حساسية النشاط الكهربائي في الخلايا العضلية، مسبباً لها بدون أعراض مسبقة انقباضاً مستمراً لتلك العضلات بدون ارتخاء. فإذا تزامن ذلك مع الانقباض العضلي المتكرر من جراء التدريب البدني فإن المحصلة هي حدوث ما يسمى بالتشنج العضلي الناتج عن فقدان بعض الأملاح من جراء التعرق الغزير.

وعلى الرغم من أن التفسير السابق ذكره هو الاعتقاد التقليدي المتعارف علية حول التشنج العضلي المصاحب للجهد البدني في الجو الحار، إلا أن بعض البحوث الحديثة بدأت في إلقاء ضوء الشك على هذا التفسير، حيث تشير نتائج إحدى الدراسات التي أجريت على عدائي المسافات الطويلة وما فوق الطويلة عدم وجود فروقاً دالة في معدل فقدان السوائل أو حجم الدم أو حجم بلازما الدم بين العدائيين الذين يعانون من التشنج العضلي المصاحب للجهد البدني في الجو الحار وأقرانهم الذين لا يعانون من التشنج العضلي، أما محتوى الصوديوم في بلازما الدم وإن كان منخفضاً قليلاً لدى المجموعة التي تعاني من التشنج العضلي، إلا أنه كان ضمن الحدود الإكلينيكية للشخص العادي، وخلصت تلك الدراسة إلى أنه لا يوجد تغير في تركيز المنحلات في الدم لدى الرياضيين الذين يعانون من التشنج العضلي المصاحب للجهد البدني.

العلاج

عند حدوث التشنج العضلي الناتج عن فقدان بعض الأملاح مع العرق (الصوديوم والكلوريد والبوتاسيوم بصفة رئيسية) بشكل متكرر فإن على الممارس القيام بما يلي:

- الاسترخاء بعد كل تدريب أو مباراة.
- تناول تغذية جيدة بعد التدريب البدني أو المباراة، لكي يستعيد الجسم حاجاته من المعادن الضرورية، مع الاهتمام خاصة بتناول الفاكهة والخضروات.
- محاولة تعويض السوائل، وذلك بشرب الماء أو السوائل الأخرى قبل التدريب البدني وأثنائه ثم بعده، ولا مانع في حالة تجاوز مدة الجهد الساعة من تناول بعض المشروبات التي تحتوي على الكربوهيدرات والمنحلات شريطة أن لا تحتوي على نسبة عالية من السكر (لا يتجاوز ذلك ٤-٨٪) أو نسبة مرتفعة من المنحلات (كالصوديوم والكلوريد والبوتاسيوم، . . . الخ).

٢- الإغماء الحراري (Heat Syncope)

يحدث الإغماء الحراري عندما يتعرض الشخص لبيئة حرارية مرتفعة، ويعزى حدوثه إلى توسع الأوعية الدموية الطرفية، وخاصة في الجزء السفلي من الجسم، وبالتالي تجمع كمية كبيرة من الدم في الأوردة السفلية من الجسم، ويتزامن ذلك مع حدوث جفاف ونقص في السوائل من جراء التعرق الغزير وبالتالي انخفاض حجم بلازما الدم ومن ثم انخفاض العائد الوريدي من الدم، الذي بدوره يقود إلى انخفاض نتاج القلب مما يحدث نقصاً في كمية الدم المتجه إلى الدماغ، خاصة إذا كان ذلك مصاحباً لانخفاض ضغط الدم، والنتيجة هي حالة الإغماء الحراري، وغالباً ما يحدث الإغماء الحراري في بداية فترة التأقلم الحراري، قبل حدوث زيادة في حجم الدم من جراء عملية التأقلم الحراري للجهد البدني في الجو الحار. وفي حالة حدوث الإغماء الحراري، فبالإضافة إلى تزويد الرياضي بالسوائل، ينبغي أن يستلقي على ظهره ويرفع ساقيه قليلاً عن مستوى الأرض، ليتمكن الدم من الوصول إلى الدماغ بيسر وسهولة.

٣- الإعياء الحراري (Heat Exhaustion)

يعني عدم قدرة الجهاز الدوري وجهاز التحكم الحراري على مجابهة ارتفاع درجة حرارة الجسم نتيجة للجهد البدني في الجو الحار، وقد تصل درجة حرارة الجسم في الغالب من ٣٩-٤٠ درجة مئوية (١٠١-١٠٤ فهرنهايت) أو أكثر، كما ترتفع ضربات القلب، وقد تنخفض كمية التعرق نتيجة لحدوث جفاف في الجسم، ولذا فإن الشخص قد يسقط من الإعياء، أو قد لا يتمكن من إكمال التدريب أو السباق، وهذه الحالة يجب أن تؤخذ بجدية حيث من الممكن أن تقود إلى الضربة الحرارية ومن ثم إلى الوفاة.

إن من أعراض الإعياء الحراري التعرق الغزير، والصداع، والضعف العام، والدوخة، والغثيان، والتقيؤ، وارتفاع معدل ضربات القلب، والشعور بالقشعريرة، وانخفاض ضغط الدم، وفي حالة حدوث أي من أعراض الإعياء الحراري ينبغي إتباع الآتي:

- التوقف عن التدريب أو المسابقة، واللجوء إلى مكان ظليل.
- تبريد الجسم عن طريق شرب سوائل باردة (وليست مثلجة).
- ترطيب الجسم بماء أو قماش مبلل بالماء.
- توفير تهوية جيدة للمصاب.
- مراقبة الشخص مراقبة جيدة، وفي حالة عدم تحسنه يجب نقله مباشرة إلى أقرب مستشفى أو مركز طبي.

٤- الضربة الحرارية (Heat Stroke)

تحدث الضربة الحرارية عندما لا يتم إسعاف الشخص المصاب بالإعياء الحراري أو لم تتم ملاحظته، وتعد امتداداً لعملية الإعياء الحراري التي لم تعالج، حيث تكون درجة الحرارة الداخلية فوق ٤٠ درجة مئوية وقد تصل إلى ٤٢ درجة مئوية، ويتطلب الأمر في هذه الحالة المراقبة والمعالجة الطبية، لذا يجب نقل المصاب إلى أقرب مركز طبي. إن من أعراض الضربة الحرارية أن يكون الجلد جافاً وحاراً ويتوقف العرق، وتتسارع ضربات القلب، وتكون درجة الحرارية الداخلية عالية، مع حدوث هذيان، وقد يفقد المصاب وعيه، وفي حالة عدم علاج المصاب فقد يحدث تلفاً للدماغ وموت له.

ونظراً للعلاقة الوطيدة بين فترة بقاء درجة حرارة الجسم مرتفعة وحدوث الوفاة للشخص المصاب بالضربة الحرارية أو حصول تلف لأجهزته الحيوية، فينبغي نقل المصاب بسرعة إلى أقرب مركز طبي، حيث يتم البدء بالعلاج والإسعاف اللازم، بما في ذلك التغذية الوريدية.

عوامل الخطورة المهيأة للإصابات الحرارية

بالإضافة إلى عدم التأقلم للجهد البدني في الجو الحار، هناك جملة من العوامل الأخرى التي تجعل الشخص أكثر عرضة من الآخرين للإصابات الحرارية. بعض هذه العوامل مرتبطة بالشخص نفسه والبعض الآخر ذا ارتباط بالبيئة المحيطة به. لذا ينبغي دائماً إجراء تقييم شامل للرياضيين ومعرفة الذين هم أكثر عرضة للإصابات الحرارية، ومن ثم أخذ ذلك في الحسبان عند إجراء التدريبات البدنية في الجو الحار، خاصة قبل فترة التأقلم. وتشمل القائمة التالية أهم عوامل الخطورة المهيأة للإصابات الحرارية:

- مرحلة ما قبل البلوغ.
- انخفاض اللياقة البدنية.

- حدوث جفاف للجسم.
- عدم التأقلم للجهد البدني في الجو الحار.
- وجود إصابة حرارية سابقة.
- قلة النوم.
- استخدام المنبهات (الكافين، الأفيدرا، شبيه الأفيدرا).
- استخدام بعض الأدوية (مضادات الاكتئاب، مدرات البول، أدوية ارتفاع ضغط الدم، مضادات الهستامين).
- تناول الكحول.
- اضطراب عمل الغدد العرقية (Sweat gland dysfuction).
- ارتداء الملابس الثقيلة.
- الإصابة بداء السكري.
- الإصابة بالتليف الكيسي (Cystic fibrosis).
- حدوث الحروق الشمسية للشخص.
- الإصابة بأمراض الجهاز التنفسي أو الإصابة الهضمية الحادة خلال أسبوع من القيام بجهد بدني عنيف.

نصائح عامة عند التدريب أو ممارسة النشاط البدني في الجو الحار

١- ينبغي التدرج في التدريب في الجو الحار (زيادة مدة التدريب وشدته بالتدريج) حتى يتم التأقلم على الجهد البدني في الجو الحار. أما قبل حدوث التأقلم فيجب الاعتناء بموعد إجراء التدريب الذي يستحسن أن يكون في أوقات الصباح الباكر أو في المساء، حيث لا يكون الجو حاراً جداً.

٢- يجب عدم ارتداء الملابس الثقيلة أثناء التدريب في الجو الحار، مع عدم لبس الملابس التي لا تسمح بتهوية الجسم (كالبوليستر) بتاتاً، بل لبس الملابس القطنية الخفيفة التي تساعد على تبخر العرق، مع مراعاة أن تكون الملابس فاتحة اللون، نظراً لأن الملابس الداكنة تمتص الحرارة عن طريق الإشعاع.

٣- أثناء الأيام الشديدة الحرارة فإنه ليس من المستغرب أن يفقد الرياضي الذي يمارس رياضة بدنية تحملية ما بين ٢-٤ لترات من الماء بسبب التعرق، هذا التعرق يعد أمراً ضرورياً لمقاومة الارتفاع في درجة حرارة الجسم، ولذا يصبح من اللازم تعويض الجسم عما يفقده من ماء، من خلال شرب الماء والسوائل حتى أثناء التدريب، ولذا ينبغي على المدرب أن يشجع اللاعبين على تناول السوائل وخاصة الماء قبل التدريب وأثناءه وبعده.

٤- إن الشعور بالعطش ليس دليلاً كافياً لاحتياج الجسم للماء، لذلك يمكن الاستدلال بانخفاض وزن الجسم بعد التدريب مقارنة مع الوزن قبل التدريب على مقدار السوائل المفقودة نتيجة للجهد البدني، ويعد

انخفاض الوزن بأكثر من ٣٪ من وزن الجسم انخفاضاً ملحوظاً ومؤشراً على احتياج الجسم لكمية من الماء لتعويض السوائل المفقودة عن طريق التعرق، ويمكن الاسترشاد بشرب كأسين من الماء مقابل كل نصف كيلو جرام انخفاض لوزن الجسم، كما ينبغي العمل على تفادي أي انخفاض مماثل لوزن الجسم في المرات التالية من التدريب، وذلك بتناول السوائل على الدوام.

٥- ينبغي تثقيف الرياضيين حول أهمية تجنب الإصابات الحرارية، وضرورة تناول السوائل بالقدر الكافي الذي يضمن تعويض السوائل المفقودة عن طريق العرق.

٦- على الرياضيين تجنب الإكثار من القهوة والشاي أو المشروبات التي تحتوي على نسبة عالية من الكافين قبل التدريب البدني أو المنافسات التحملية في الجو الحار، لأن الكافين يساعد على إدرار البول، وبالتالي سرعة فقدان السوائل من الجسم.

٧- عندما تزيد احتمالات تعرض الرياضيين للإصابات الحرارية كما في حالات الجهد البدني في الجو الحار، ينبغي تعديل توقيت المسابقات الرياضية وفتراتها، من أجل تفادي حدوث الإصابات الحرارية، مع توفير السوائل للرياضيين على الدوام، وحثهم وتشجيعهم على تناولها.

٨- ينبغي على المدرب الذي يتعامل مع الأطفال والناشئة أن يدرك أنهم أقل قدرة على تحمل الإجهاد الحراري من الكبار، وأنهم يستغرقون وقتاً أطول في التأقلم على التدريب البدني في الجو الحار (للمزيد حول تدريب الأطفال والناشئة انظر إلى الموضوع رقم ٣٨).

ملحوظة: معظم هذا الفصل مأخوذ جزئياً من مرجع رقم (١) للمؤلف.

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. التنظيم الحراري وتعويض السوائل والمنحلات أثناء الجهد البدني لدى الإنسان. الرياض: الاتحاد السعودي للطب الرياضي، ٢٠٠٧م.

(٢) الهزاع، هزاع محمد. فسيولوجيا الجهد البدني لدى الأطفال والناشئين. الرياض: الاتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٤١٧هـ: ٣٦٣-٣٨٤.

(٣) الهزاع، هزاع محمد التحكم الحراري وتعويض السوائل أثناء الجهد البدني في الجو الحار. السلسلة الثقافية للاتحاد السعودي للتربية البدنية والرياضة، ١٤١٣هـ، السنة الأولى، العدد الأول: ١-٣٥.

(٤) الهزاع، هزاع محمد، والأحمدي، محمد. النشاط البدني وقياس الطاقة المصروفة لدى الإنسان: الأهمية وطرق القياس الشائعة. مركز البحوث التربوية، كلية التربية، جامعة الملك سعود، ٢٠٠٤م.

المراجع الإنجليزية

(٥) Al-Hazzaa, H, Al-Refaee S, Sulaiman M, et al. Energy demand and fluid loss during youth soccer. In: *Science and Football*, N. O'Hata (ed.). Tokyo, Japan: Asian Football Confederation, 1995:310-326.

(٦) American Academy of Pediatrics, Committee on Sports Medicine and Fitness. Climate heat stress and the exercising child and adolescents. *Pediatrics* 2000, 106: 158-159.

(٧) Aoyagi Y, Mclellan T, Shephard R. Interactions of physical training and heat acclimation. The thermophysiology of exercising in hot climate. *Sports Med* 1997, 23: 173-210.

(٨) Armstrong L, Maresh C. The induction and decay of heat acclimatization in trained athletes. *Sports Med* 1991, 12: 302-312.

(٩) Armstrong L, Epstein Y, Greenleaf J, et al. American College of Sports Medicine position stand: Heat and cold illnesses during distance running. *Med Sci Sports Exerc* 1996, 28: i-x.

(١٠) Armstrong L, Hubbard R, Jones B, Daniels J. Preparing Alberto Salazar for the heat of the 1994 Olympic Marathon. *The Phys Sportsmed* 1986, 14(3): 73-81.

(١١) Bar-Or O. Children's responses to exercise in hot climate: implication for performance and health. *Sports Sci Exchange* 1994, vol. 7, no. 2.

(١٢) Binkley H, Beckett J, Casa D, Kleiner D, Plummer P. National Athletic Trainer's Association Position Statement: Exertional heat illness. *J Athl Train* 2002, 37: 329-343.

(١٣) Cheuvrint S, Haymes E. Thermoregulation and marathon running: biological and environmental influences. *Sports Med* 2001, 31: 743-762.

(١٤) Corris E, Ramirez A, Van Durme D. Heat illness in athletes. *Sports Med* 2004, 34: 9-16.

(١٥) Davies C.T.M. Thermal responses to exercise in children. *Ergonomics* 1981, 24: 55-61.

(١٦) Doubt T. Physiology of exercise in the cold. *Sports Med* 1991, 11: 367-381.

(١٧) Eichner ER. Treatment of suspected heat illness. *Int J Sports Med* 1998, 19 (suppl. 2): s150-s153.

(١٨) Elias S, Robert W, Thorson D. Team sports in hot weather. *The Phys Sportmed* 1991, 19(5): 67-80.

(١٩) Epstein Y. Heat intolerance: Predisposing factors or residual injury? *Med Sci Sports Exerc* 1990, 2: 29-35.

(٢٠) Falk B, Bar–Or O, MacDougall J. Thermoregulatory response of pre-, mid-, and Late – pubertal boys to exercise in dry heat. *Med Sci Sports Exerc* 1992, 24: 688-694.

(٢١) Galloway S, Maughan R. Effects of ambient temperature on the capacity to perform prolonged cycle exercise in man. *Med Sci Sports Exerc* 1997, 29: 1240-1249.

(٢٢) Gant N, Williams C, King J, Hodge B. Thermoregulatory responses to exercise: relative versus absolute intensity. *J Sports Sci* 2004, 22: 1083-1090.

(٢٣) Gisolfi C, Wenger C. Temperature regulation during exercise: old concept, new ideas. *Exerc Sport Sci Rev* 1984, 12: 339-372.

(٢٤) Harrison M. Effects of thermal stress and exercise on blood volume in humans. *Physiol Rev* 1985, 65: 149-209.

(٢٥) King D, Costill D, Fink W, Hargreaves M, Fielding R. Muscle metabolism during exercise in the heat in unacclimatized and acclimatized humans. *J Appl Physiol* 1998, 59: 1350-1354.

(٢٦) Maughan R. Heat acclimatization and rehydration strategy. *Br J Sports Med* 1997, 31: 77.

(٢٧) Nadel E. Limits imposed on exercise in a hot environment. *Sports Sci Exchange* 1990, Vol. 1, No. 27.

(٢٨) Nadel E. Recent advances in temperature regulation during exercise in humans. *Fed Proc* 1985, 44: 2286-2292.

(٢٩) Nadel E. Temperature regulation. In: *Sports Medicine and Physiology*. Strauss R. (ed.). Philadelphia: W.B. Saunders Comp., 1979, 130-147.

(٣٠) Nadel E, Wenger B, Roberts M, Stolwijk J, Cafarelli E. Physiological defenses against hyperthermia of exercise. *Ann N Y Acad Sci* 1977, 301: 98-109.

(٣١) Neumayr G, Pfister R, Mitterbauer G, Gaenzer H, Joannidis M, Eibl G, Hoertnagl H. Short-term effects of prolonged strenuous endurance exercise on the level of hematocrit in amateur cyclists. *Int J Sports Med* 2002, 23: 158-161.

(٣٢) Nielsen B, Nybo L. Cerebral changes during exercise in the heat. *Sports Med* 2003, 33: 1-11.

(٣٣) Nybo L, Nielsen B. Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans. *J Appl Physiol* 2001, 91: 1055-1060.

(٣٤) O'brien C, Hoyt R, Buller M, Castellani J, Young A. Telemetry pill measurement of core temperature in humans during active heating and cooling. *Med Sci Sports Exerc* 1998, 30: 468-472.

(٣٥) Pugh L, Edholm O. The physiology of channel swimmers. *Lancet* 1955, ii: 761-768.

(٣٦) Reilly T, Cable N. Thermoregulation. In: *Kianthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual*. Volume 2, Eston R and Reilly T. (Eds.). London: E & FN Spon, 1996: 193-210.

(٣٧) Rowell L. Human cardiovascular adjustments to exercise and thermal stress. *Physiological Rev* 1974, 54: 75-159.

(٣٨) Sandor R. Heat illness: on-site diagnosis and cooling. *The Phys Sportsmed* 1997, 25(6): 35-40.

(٣٩) Sawka M, Coyle E. Influence of body water and blood volume on thermoregulation and exercise performance in the heat. *Exerc Sport Sci Rev* 1999, 27: 167-218.

(٤٠) Senay Jr L. Effects of exercise in the heat on body fluid distribution. *Med Sci Sports Exerc* 1979, 11: 42-48.

(٤١) Shirreff S, Aragon-Vargas L, Chamorro M, Maughan R, Serratose L, Zachwieja J. The sweating response of elite professional soccer players to training in the heat. *Int J Sports Med* 2003, 13: 309-318.

(٤٢) Squire D. Heat illness: fluid and electrolyte issues for pediatric adolescent athletes. *Pediatric Clinics of North America* 1990, 37(5): 1085-1109.

(٤٣) Walters T, Rayan K, Tate L, Mason P. Exercise in the heat is limited by a critical internal temperature. *J Appl Physiol* 2000, 89: 799-806.

(٤٤) Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*. Champaign, Il: Human Kinetics, 1994.

Obeikandl.com

الفصل الثاني والثلاثون

تعويض السوائل والجهد البدني

مقدمة

ليس من المستغرب أن يفقد الرياضي في سباق تحملي كالماراثون مقداراً من السوائل عن طريق التعرق تصل إلى حوالي ٥٪ من وزن جسمه في كل ساعة، وفي حالة عدم تعويض هذه السوائل المفقودة أثناء الجهد البدني، خاصة في الجو الحار، فإن تبعات ذلك ليس فقط في التأثير سلباً على الأداء البدني للرياضي، بل تعريض سلامته وصحته للخطر، فعدم تعويض السوائل التي فقدها الرياضي يؤدي إلى خفض قدرة الجسم على التعرق، وبالتالي ارتفاع درجة الحرارة الداخلية للجسم، مما يقود إلى الإصابة الحرارية. وفي المقابل فإن من التأثيرات الإيجابية لتناول السوائل أثناء الجهد البدني لهي المحافظة على حجم بلازما الدم، والإبقاء على معدل جريان الدم إلى الجلد مرتفعاً، مما يكفل فعالية عمل كل من الجهاز الدوري وجهاز التحكم الحراري في الجسم.

هل يعوض الرياضيون ما يفقدونه من سوائل أثناء الجهد البدني؟

يظهر من البحوث التي أجريت على الرياضيين أنهم عموماً لا يعوضون كل ما يفقدونه من سوائل عن طريق التعرق، بل أن متسابقي التحمل يعوضون ما تصل نسبته من ٤٠–٥٠٪ فقط من مقدار ما يفقدونه من سوائل خلال الجهد البدني. كما أن الدراسات التي أجريت على رياضيي كرة القدم المحترفين، وتم خلالها رصد السوائل المفقودة خلال ٩٠ دقيقة من التدريب في بداية الموسم عند درجة حرارة بلغت ٣٢ درجة مئوية ونسبة رطوبة وصلت إلى ٢٠٪، بينت نتائجها أن مقدار السوائل المشروبة أثناء التدريب بلغ ٩٧٢ مليلتر (تراوح من ٢٣٩ – ١٧٢٤ مليلتر)، وأن متوسط ما تم تعويضه نسبة إلى مقدار ما فقده اللاعبون قد بلغ ٤٥٪، كما تم تعويض ما يعادل ٢٣٪ من الصوديوم المفقود عن طريق العرق، وخلصت الدراسة إلى أن الرياضيين لا يشربون السوائل بما فيه الكفاية لكي يعوضوا ما فقدوه من ماء وصوديوم من خلال العرق. وتشير نتائج الدراسات التي قمنا بإجرائها على ناشئي كرة القدم أن ما يتناولونه من سوائل في ما بين الشوطين لا يتجاوز بأي حال من الأحوال نسبة ٧٥٪ من مقدار السوائل التي فقدوها خلال الشوط الأول من المباراة .

إن شرب كميات كافية من السوائل يسهم في الحد من ارتفاع درجة حرارة الجسم ويحافظ على اتزان السوائل، بل أن نتائج الدراسات تشير إلى أن معدل ارتفاع درجة حرارة الجسم يتناسب عكسياً مع كمية السوائل المتناولة أثناء الجهد البدني، وكلما انخفض مقدار السوائل المتناولة كلما ارتفعت درجة حرارة الجسم، خاصة مع استمرار الجهد البدني. كما تشير نتائج دراسة أخرى إلى أن شرب كميات كبيرة من السوائل أثناء فترة الاسترداد من جهد بدني فقد الجسم خلاله كماً من السوائل يعادل ٣٪ من الوزن، قد أدى إلى استعادة حجم بلازما الدم وتوازن السوائل في الجسم بصورة أسرع من شرب كميات قليلة من السوائل، على الرغم من الزيادة الملحوظة في حجم البول.

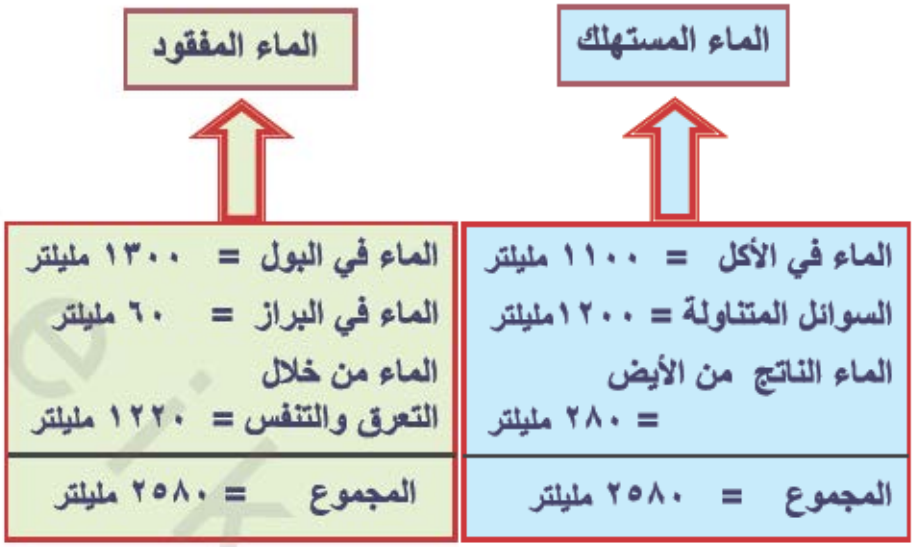
احتياج الإنسان للماء وأهميته للجسم

يكون الماء في المتوسط ما يقرب من ٦٠٪ من وزن الجسم لدى الإنسان البالغ السليم، حيث تتراوح النسبة في الواقع بين ٥٠ –٧٠٪ من وزن الجسم تبعاً لمحتوى الجسم من الشحوم، فكلما ازدادت نسبة الشحوم في الجسم كلما انخفضت نسبة الماء في الجسم، فالماء يكون حوالي ٧٣٪ من خلايا الجسم غير الشحمية، وحوالي ١٠٪ من الخلايا الشحمية لدى الشخص البالغ. والمحتوى المائي في الجسم منسوباً إلى الأجزاء غير الشحمية يكون أكبر لدى الصغار مقارنة بالكبار، ويتناقص لدى كلا الجنسين مع النمو حتى يصل إلى نسبة ٧٣–٧٤٪ في فترة العشرينات من العمر.

إن دور الماء يتضح جلياً عندما نعرف أن التفاعلات الكيمائية المتعلقة بإنتاج الطاقة في العضلات العاملة تتم في وسط مائي، وهي بالتأكيد ستتأثر سلباً بانخفاض المحتوى المائي في الجسم عن الحد الأدنى، كما أن العناصر الغذائية الضرورية والغازات والنواتج الأيضية، كلها يتم نقلها من وإلى أنسجة الجسم المختلفة عبر وسط سائل يكون الماء الجزء الرئيسي منه. بالإضافة إلى ذلك، فإن الماء يسهم بدور حيوي ومهم في عملية نقل الحرارة من الخلايا العضلية العاملة إلى سطح الجسم، حيث يتم تبديد الحرارة بالحمل وبالإشعاع وبتبخر العرق، أخيراً، يساهم الماء في تليين المفاصل وجعل حركتها أكثر سلاسة.

يوجد الماء في الجسم في داخل الخلايا **(Intracellular)** وخارجها **(Extracellular)**، حيث يمثل الماء الذي في داخل الخلايا ما نسبته ٦٥٪ من الماء الكلي في جسم الإنسان. ويتوزع الماء خارج الخلايا بشكل رئيسي في ما بين الخلايا (٧٥٪) وفي الأوعية الدموية والأوعية اللمفاوية.

إن احتياج الشاب البالغ من الماء في الأحوال الاعتيادية يبلغ حوالي لترين ونصف اللتر في اليوم، ويوضح الشكل البياني رقم (١) معدل الاتزان المائي لدى شاب غير نشط بدنياً يتناول طاقة حرارية مقدارها ٢٢٠٠ كيلو سعر حراري في اليوم، موضحاً فيه مقادير المياه المستهلكة (المتناولة) والمفقودة خلال اليوم، علماً بأن الماء الناتج عن الأيض يأتي في معظمه من جراء تحلل جلايكوجين العضلات، المستخدم كوقود للعضلات العاملة في الجسم، حيث أن تحلل كل جرام من الجلايكوجين يتحرر منه ٢,٧ جرام من الماء.



الشكل البياني رقم (١). الاتزان المائي في جسم الإنسان بين كل من كمية الماء المستهلك (المتناول) من قبل الجسم وكمية الماء المفقود من الجسم (مليلتر في اليوم)، لدى شاب غير نشيط بدنياً يستهلك طاقة مقدارها ٢٢٠٠ كيلو سعر حراري في اليوم.

(**المصدر**: المزاع، هزاع محمد. التحكم الحراري وتعويض السوائل والمنحلات أثناء الجهد البدني لدى الإنسان، الرياض: الاتحاد السعودي للطب الرياضي، ٢٠٠٧م).

غير أن الاتزان المائي لدى الرياضي الذي يمارس جهداً بدنياً في الجو الحار يختلف كثيراً عما سبق، فالاحتياج للماء يزداد كثيراً ليبلغ حوالي ٦ لترات في اليوم وقد يصل إلى ١٠ لترات لدى البعض. أما الأطفال حيث تكون مساحة سطح الجسم لديهم كبيرة نسبة إلى وزن الجسم مقارنة مع الكبار، فإن حاجتهم النسبية للماء (كنسبة من كتلة أجسامهم) تكون أكبر من احتياج الكبار للماء.

وطبقاً لإرشادات المعهد الطبي الأمريكي (**Institute of Medicine**)، فإن الاحتياج اليومي للماء لدى الإنسان يتفاوت تبعاً لكل من درجة الحرارة الخارجية ومقدار الجهد البدني اليومي المبذول من قبل الفرد، ففي درجات الحرارة الخارجية التي تميل للبرودة نسبياً (١٥–٢٠ درجة مئوية) يتراوح الاحتياج اليومي للماء من لترين إلى ٤ لترات، أما في درجات الحرارة المرتفعة (أكثر من ٣٥ درجة مئوية) فإن الاحتياج للماء يزداد بشكل كبير، ليتراوح من ٦–١٢ لتراً في اليوم، تبعاً لمستوى النشاط البدني للشخص.

إن المحافظة على الاتزان المائي في الجسم يتم بصورة رئيسية من خلال التحكم الدقيق في حجم البول وبدرجة أقل عن طريق آلية الشعور بالعطش، إلا أن آلية الشعور بالعطش لا تعتبر حساسة بما فيه الكفاية للدلالة على احتياج الجسم للماء، خاصة في الحالات التي يكون فيها الرياضي يستعد للانخراط في مسابقة رياضية تنافسية،

حيث القلق والتحفز والشد العصبي. لذا لا ينبغي في مثل هذه الحالات الاعتماد على آلية الشعور بالعطش فقط، خاصة أثناء الجهد البدني في الجو الحار، بل ينبغي أن يتعود الرياضي دائماً على برمجة جسمه على تناول السوائل ومنها الماء بالطبع.

على أنه ينبغي التنويه إلى أن الإفراط في شرب الماء الذي لا يحتوي على الصوديوم أثناء الرياضات التحملية التي تدوم لفترة طويلة، كسباقات ما فوق الماراثون، قد يؤدي إلى حدوث حالة نقص الصوديوم في سائل الدم (Hyponatremia)، خاصة إذا صاحب ذلك فقدان كمية كبيرة من العرق، الأمر الذي قد يؤدي إلى انهيار المتسابق، لذا ينبغي تناول السوائل التي تحتوي على كمية قليلة من الصوديوم في هذا النوع من الرياضات التي تدوم لفترة طويلة ويصاحبها تعرق غزير.

العوامل التي ينبغي مراعاتها في السائل

عند أداء الجهد البدني في الجو الحار، فإن معظم ما يفقده الجسم نتيجة للتعرق هو الماء مصحوباً ببعض المنحلات (الصوديوم والكلوريد بصورة رئيسية). لذا فإن تناول الماء يعد أمراً ضرورياً لتعويض ما تم فقدانه من ماء أثناء الجهد البدني، إلا أن نتائج البحوث الحديثة تشير إلى أهمية تعويض المنحلات المفقودة عن طريق العرق، خاصة أثناء التدريب البدني الطويل الأمد في الجو الحار (لأكثر من ساعة)، بل إن الدلائل والشواهد العلمية تؤكد على وجود بعض الفائدة في إضافة كمية قليلة من السكر للسائل، ليضفي مذاقاً مقبولاً يساعد على استهلاك أكثر للسوائل من قبل الرياضيين، وليوفر طاقة يمكن الاستفادة منها في الجهد البدني الطويل الأمد كالماراثون على سبيل المثال.

لكن ما هي العوامل التي ينبغي مراعاتها عند اختيار السائل أثناء الجهد البدني في الجو الحار؟ هناك ثلاثة عوامل ينبغي مراعاتها عند اختيار السائل، هي:

- المذاق (Palatability).
- معدل التفريغ المعدي (Gastric Emptying).
- معدل الامتصاص المعوي (Intestinal Absorption).

المذاق

يعد مذاق السائل مهما، نظراً لأن الرياضي لن يقبل على شرب السائل غير المستساغ، وبالتالي لن يتم تعويض ما فقده من سوائل، مما يقود إلى حدوث الجفاف. إن من الملاحظ منذ فترة من الزمن أن هناك توجه من قبل العديد من الشركات المنتجة للمشروبات الرياضية على تحسين طعم ونكهة السوائل الرياضية، من أجل حث الرياضيين وتشجيعهم على شرب أكبر قدر ممكن من تلك المشروبات، وبالتالي تعويض السوائل المفقودة عن طريق التعرق. أمراً آخر يكتسبه تحسين مذاق ونكهة السائل المشروب ألا وهو جعل الرياضيين يبادرون إلى شربه مبكراً،

وعدم الانتظار حتى الشعور بالعطش، نظراً لأن آلية الشعور بالعطش لدى الإنسان لا تبدأ بالعمل بسرعة كافية، بل عندما يتم فقدان قدر محسوس من سوائل الجسم.

معدل التفريغ المعدي

من المعلوم أن امتصاص السوائل يحدث بشكل رئيسي في الأمعاء، إلا أن المعدة هي أول المستقبلين للسوائل، ولكي يصل السائل إلى الأمعاء من أجل امتصاصه، لا بد أولاً من تفريغه من المعدة، أي نقله من المعدة إلى الأمعاء. وعلى الرغم من أن هناك تفاوتاً في الحد الأعلى للتفريغ المعدي لدى الإنسان، إلا أن معدلاته تتراوح من لتر إلى لتر ونصف اللتر في الساعة.

يتأثر معدل التفريغ المعدي للسائل بالعديد من العوامل التي أهمها حجم السائل، ودرجة حرارته، ومحتواه من السكر، ومحتواه من الصوديوم، أي مقدار الأوزمولالتي (Osmolality) التي تعني تركيز المذاب في السائل المذيب، وترتبط بالضغط الأسموزي الذي تحدثه تلك المادة الذائبة في السائل (وهو الضغط الناتج عن فرق التركيز)، ويعتبر حجم السائل ومحتواه من السكر أهم العوامل المؤثرة على سرعة تفريغه، فالحجم الكبير من السائل (إلى حد ٦٠٠ مليلتر) يغادر المعدة بصورة أسرع، غير أن ذلك ليس مقبولاً من الناحية العملية، نظراً لأن الحجم الكبير يؤدي إلى امتلاء المعدة، وبالتالي مضايقة الرياضي أثناء التدريب أو المسابقة، ولهذا يستحسن شرب كميات قليلة تتراوح ما بين ١٥٠-٢٥٠ مليلتر كل ١٥ دقيقة.

أما العامل الأكثر تأثيراً على معدل التفريغ المعدي فهو محتوى السائل من السكر، بغض النظر عن نوع السكر، فكلما كان السائل يحتوي على كمية كبيرة من السكر، كلما كان تفريغه من المعدة أبطأ، خاصة إذا كان يحتوي على نسبة عالية من السكر تصل إلى ١٠٪ فأكثر، ولهذا فالماء يفرغ من المعدة بصورة أسرع من السوائل السكرية قاطبة.

ففي دراسة علمية تم فيها قياس معدل التفريغ المعدي بعد تناول الماء أو مشروبات تحتوي على ٤٪، أو ٦٪، أو ٨٪ من الكربوهيدرات، أثناء جهد بدني على دراجة الجهد لمدة ٩٠ دقيقة (معدل القدرة بلغ ١٥١ شمعة)، أظهرت نتائجها أن معدل التفريغ المعدي كان أبطأ في حالة شرب السوائل المحتوية على نسبة ٨٪ من الكربوهيدرات، كما أشارت الدراسة إلى أن محتوى السائل من الطاقة، وليس الأوزمولالتي، هو العامل المؤثر على معدل التفريغ المعدي أثناء تناول المشروبات المحتوية على الكربوهيدرات. ويعتقد أن شدة الجهد البدني المبذول تؤثر على معدل تفريغ السوائل من المعدة، حيث يبطأ التفريغ المعدي كلما ازدادت شدة الجهد البدني، خاصة عند الشدة المرتفعة.

معدل الامتصاص المعوي (Intestinal Absorption)

على الرغم من أهمية عملية التفريغ المعدي للسائل المشروب، والعوامل المؤثرة على سرعة التفريغ، إلا أن البحوث الحديثة تشير إلى أهمية عملية امتصاص السوائل، التي تحدث بشكل رئيسي في الأمعاء الدقيقة، خاصة في الإثني عشر (حوالي ٨٥٪ من الامتصاص يحدث في الأمعاء وحوالي ١٥٪ في القولون).

ومن المعروف أن حجم السائل المتاح للامتصاص في الأمعاء يعتمد بالدرجة الأولى على قدرة المعدة على تفريغ السائل منها إلى الأمعاء، ويقدر أقصى معدل للتفريغ المعدي بحوالي ٤٠ مليلتر في الدقيقة (أي ٢٤٠٠ مليلتر في الساعة)، كما يعتقد أن قدرة الأمعاء القصوى على الامتصاص تقترب من ذلك الرقم وهو ٤٠ مليلتر في الدقيقة.

تتمثل آلية امتصاص السوائل في الأمعاء الدقيقة في فرق الضغط الأسموزي، ولهذا فإن الانتقال السريع للماء من الأمعاء الدقيقة إلى الدم يتم بشكل عفوي (Passively).

وتشير الأبحاث الحديثة إلى أن وجود الجلوكوز والصوديوم في السائل المستهلك يؤدي إلى زيادة قدرة الجسم على امتصاص السائل في الأمعاء، ويمكن تفسير ذلك بأن النقل النشط للجلوكوز والصوديوم من تجويف الأمعاء الدقيقة عبر الغشاء المعوي يؤدي إلى جعل الأوزمولالتي في خلايا الغشاء المعوي أعلى مما هي عليه في السائل الموجود في الأمعاء الدقيقة، مما يقود بالتالي إلى زيادة امتصاص السائل من قبل خلايا الأمعاء. غير أن احتواء السائل على كمية كبيرة من السكريات (١٠٪ فأكثر) قد يؤدي إلى حدوث إبطاء ملحوظ في معدل التفريغ المعدي والى اضطرابات في الجهاز الهضمي.

المنحلات في السوائل المتناولة (Electrolytes)

عند القيام بجهد بدني، خاصة في الجو الحار، فإن الجسم يفقد مع العرق بعض المنحلات. وهي عناصر معدنية في حالة أيونية موجودة في سوائل داخل خلايا الجسم وخارجها، مثل أيونات الصوديوم (Na+) والكلوريد (Cl-)، والبوتاسيوم (K+)، والكالسيوم (Ca2+)، والمغنسيوم (Mg2+).

وتعد المنحلات ضرورية للكثير من الوظائف الفسيولوجية داخل الجسم، مثل الاستثارة العصبية، حيث تقوم أيونات الصوديوم والبوتاسيوم بالمحافظة على فرق الجهد الكهربائي على جانبي جدران الخلايا العصبية والعضلية، كما أن لأيونات الكالسيوم دور في انقباض العضلات الهيكلية وعضلة القلب. إن حدوث خلل في توازن المنحلات في الجسم قد يؤدي إلى مضاعفات تؤثر على كهربائية القلب وعلى انتقال الإشارات العصبية.

يمثل الصوديوم والكلوريد العنصران الرئيسيان في البلازما، بينما يمثل البوتاسيوم العنصر الرئيسي في داخل الخلايا. وتعتبر أيونات الصوديوم والكلوريد المسئولة عن المحافظة على المحتوى المائي خارج الخلايا من خلال خاصية الضغط الأسموزي، كما تحافظ المنحلات على التوازن الحمضي القاعدي في الجسم والذي يعد مهماً لعمل الخلايا بصورة طبيعية.

وتمتلك الغدد العرقية في الجسم القدرة على ما يسمى بالإفراز الانتقائي للمنحلات المفقودة في سائل العرق، لذا نجد أن الصوديوم والكلوريد أكثر المعادن تركيزاً في سائل العرق، رغم وجود كميات بسيطة من البوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم في العرق، وعلى الرغم من الاختلافات بين الأفراد، إلا أن لتراً واحداً من العرق يحتوي على ٠,٠٢ جم من الكالسيوم، و ٠,٠٥ جم من المغنيسيوم، و ١,١٥ جم من الصوديوم، و ٠,٢٣ جم من البوتاسيوم، و ١,٤٨ جم من الكلوريد.

وللجسم عدة طرق للمحافظة على تركيز هذه المنحلات في الجسم، منها أن الغدد العرقية تعيد امتصاص الصوديوم من خلال النقل النشط، كما أن الكليتين ترشدان إخراج الصوديوم للمحافظة على تركيزه المعتاد داخل سائل البلازما، على أن الإفراط في شرب الماء الذي لا يحتوي على أي من المنحلات يؤدي في النهاية إلى تخفيف تركيز الصوديوم في البلازما ويقود إلى زيادة التبول وتأخير الشعور بالعطش.

وفيما يتعلق في تعويض ما يفقده الجسم من المنحلات نتيجة للتعرق الناجم عن الجهد البدني الطويل الأمد في الجو الحار، فينبغي أن يكون السائل المشروب يحتوي على نسبة بسيطة من هذه المنحلات، لكن لا يوجد في الواقع أي ضرورة لاستعمال حبوب الأملاح بعد التدريب البدني في الجو الحار، فالطعام المتوازن وتناول السوائل المناسبة كفيل بتعويض كل ما يفقده الجسم من المنحلات من جراء التعرق، بل أن الاستهلاك الزائد للأملاح، إذا تزامن مع نقص في تعويض السوائل المفقودة من الجسم، قد يؤدي إلى جفاف داخل الخلايا.

تناول السوائل السكرية المركزة قبل المنافسات الرياضية

لعل البعض يتساءل عن مدى فعالية تناول بعض السوائل السكرية المركزة، كالمشروبات المحلاة بالسكر والعسل، قبل خوض منافسة تحملية كالماراثون؟ وتأثير ذلك على توازن الوقود أثناء المجهود البدني الطويل الأمد؟ إن الاعتقاد السائد لدى المختصين هو أن هذا الإجراء قد يحمل بين طياته تأثير سلبي على الأداء البدني، وبالتالي على توازن الوقود أثناء المنافسة التحملية. ولتوضيح ذلك يجدر أن نتذكر أن تجهيز **(Mobilization)** الأحماض الدهنية يخضع لتأثير هرمون الإبينيفرين الذي يحث على تجهيزها (تفكيكها من الدهون وبالتالي طرحها في سائل البلازما) مما يجعل استخدامها كمصدر للطاقة أمراً ممكناً من قبل العضلات.

في الجانب الآخر يؤدي تنشيط هرمون الأنسولين إلى تثبيط عملية تجهيز الأحماض الدهنية. وقبيل بداية المنافسة، فإن التوتر العصبي والإثارة تقود أصلاً إلى تنشيط إفراز هرمون الإبينيفرين، مما يجعل تجهيز الأحماض الدهنية أمر وارد مع بداية المنافسة، لكن تناول محلول سكري مركز قبل المنافسة بحوالي ٣٠-٦٠ دقيقة يؤدي إلى إفراز هرمون الأنسولين، استجابة لارتفاع تركيز الجلوكوز في الدم، الأمر الذي يقود تباعاً إلى تثبيط تجهيز الدهون، ومن ثم الاعتماد على المواد الكربوهيدراتية، وخاصة جليكوجين العضلات بصورة أكثر مما ينبغي منذ بداية المنافسة، الأمر الذي يؤدي في النهاية إلى نفاذ جليكوجين العضلات مبكراً قبل انتهاء المنافسة.

لكن ماذا لو كان تناول المحلول السكري المركز أثناء السباق؟ في هذه الحالة لن يؤدي إلى زيادة تركيز هرمون الأنسولين بشكل مرتفع، نظراً لأن تركيز هرمون الإبينيفرين في الدم مرتفع أصلاً بفعل الجهد البدني، وهذا الارتفاع في تركيزه يعد عاملاً مثبطاً لتنشيط هرمون الأنسولين. لكن ينبغي أن نتذكر أيضاً أن التركيز العالي للسكر في الشراب المتناول سوف يبطأ تفريغه من المعدة وبالتالي سوف يقلل من أهمية أثره.

وعلى النقيض من الجهد البدني الطويل الأمد، نجد أن تناول محلول سكري ٣٠-٦٠ دقيقة قبل منافسة رياضية تدوم لأقل من نصف ساعة سيساعد على رفع مستوى جلوكوز الدم قبل بدء السباق مباشرة، وسيتم بالطبع منع تجهيز الأحماض الدهنية، لكن لأن مدة المنافسة في هذه الحالة ليست طويلة فليس مهماً تجهيز الأحماض الدهنية، حيث أن شدة الجهد البدني ستكون مرتفعة نسبياً وبالتالي لن تستخدم الدهون بشكل ملحوظ، بل أن الاعتماد سيكون كبيراً على المواد الكربوهيدراتية (جليكوجين العضلات بصورة رئيسية بالإضافة إلى جلوكوز الدم)، وفي هذا الصدد، ينبغي أن يكون المخزون الجليكوجيني في العضلات كافياً.

المشروبات الرياضية (Sports Drinks)

إن الغرض الرئيسي من أي مشروب هو تعويض السوائل المفقودة عن طريق العرق أثناء الجهد البدني، وبالتالي منع حدوث الجفاف للجسم. وهذا ما يمكن أن يقوم به الماء في أغلب الحالات. لكن في العقود الثلاثة الماضية بينت نتائج البحوث المكثفة على أهمية إضافة نسبة بسيطة من الكربوهيدرات وبعض المنحلات للسائل المشروب، نظراً لأهمية ذلك في تيسير امتصاص السائل في الأمعاء من جهة وكذلك توفير طاقة كربوهيدراتية (جلوكوز) إضافية للعضلات العاملة، خاصة في الجهد الطويل الأمد.

من هذا المنطلق، بدأت المشروبات الرياضية في الانتشار بين الرياضيين في الآونة الأخيرة، حيث بلغت مبيعات صناعة المشروبات الرياضية في الولايات المتحدة الأمريكية على سبيل المثال في عام ٢٠٠٤م حوالي ٣ مليارات دولار. وللمعلومية فإن أول مشروب رياضي وأشهرها على الإطلاق المسمى جاتوريد (Gatorade) قد بدأ إنتاجه في عام ١٩٦٦م، وتملكه حالياً شركة بيبسكو بعد أن استحوذت على شركة كويكر أوت المالك السابق له، أما فالمشروب الرياضي الآخر المنافس له المسمى لوكوزيد (Lucozade) فقد أنتج في بريطانيا عام ١٩٩٠م وتملكه حالياً شركة جلاسكو سميث كلاين الريطانية. إن تزايد أعداد الشركات المنتجة للمشروبات الرياضية حول العالم لهو مؤشر على النمو المطرد لهذه الصناعة في السنوات القليلة الماضية.

إن أهم محتويات المشروبات الرياضية هي الماء والكربوهيدرات والمنحلات. يكون نوع الكربوهيدرات في غالبية المشروبات الرياضية الجلوكوز أو السكروز أو الفركتوز أو المالتوديكسترين أو خليط منها. إن الغرض من احتواء المشروبات الرياضية على عنصر الصوديوم هو المحافظة على توازن السوائل في الجسم وتحفيز آلية الشعور بالعطش. ومن المثير لقلق أطباء الأسنان أن المشروبات الرياضية تحتوي على حمض الستريك، الذي قد يؤدي إلى تآكل الأسنان، خاصة إذا تم شربه من قبل الصغار بدون استخدام المصاص.

والملاحظ أن محتوى الكربوهيدرات في معظم المشروبات الرياضية لا يتجاوز ٨٪، بينما تتراوح الأوزمولالتي في تلك المشروبات الرياضية من ٢٥٠ إلى ٣٦٠ ملي أوزمول في اللتر. ويعتقد أن النسبة المثلى للسكر في

السائل تتراوح ما بين ٤ إلى أقل من ٨٪، وتكون على هيئة جلوكوز أو سكروز أو بوليمرات الجلوكوز (glucose polymer). ويعتقد أن زيادة نسبة المواد الكربوهيدراتية في السائل عن ١٠٪ قد تسبب الاضطرابات المعوية والغثيان والإسهال.

كما تشير بعض الأبحاث إلى أن امتصاص سكر الفركتوز يتم ببطء (نظراً لأن عملية الامتصاص لا تتم بالطريقة النشطة (Active) كما هو الحال للجلوكوز)، مما يعيق تبعاً لذلك امتصاص السائل المشروب في الأمعاء، كما أن تناول المشروبات التي تحتوي على تركيز عال من الفركتوز أثناء الجهد البدني غالباً ما يؤدي إلى اضطرابات معوية واحتمالات الإصابة بالإسهال، كما أن المشروب المحتوي على الفركتوز لا يقود إلى تحسين الأداء البدني كبقية السكريات الأخرى. ويعتقد أيضاً أن وجود الصوديوم بكمية منخفضة في السائل المشروب يساعد على استعادة محتوى الجسم من السوائل عن طريق تأخير حث الجسم على إنتاج البول.

لكن ما هو المشروب الرياضي الأفضل؟ وما هو وجه الاختلاف فيما بين تلك المشروبات الرياضية الموجودة في الأسواق؟ وللإجابة على ذلك نقول أن بعض المشروبات الرياضية المتوافرة في الأسواق قد خضع للبحث والدراسة ويتم تصنيعه على أسس علمية، بينما البعض من المشروبات الرياضية عكس ذلك.

وينبغي دائماً أن نتذكر أن المشروب الرياضي الأفضل هو ذلك المشروب الذي يعوض السوائل المفقودة من الجسم بسرعة، وهو الذي لا يحتوي على نسبة عالية من الكربوهيدرات، أو نسبة مرتفعة من المنحلات، أي يكون مقارب في تركيزه لسوائل الجسم (Isotonic)، ويكون مذاقه مقبول لدى الرياضي مما يشجعه على الشرب بكميات كافية، خاصة في الجو الحار.

وتشير خلاصة ما توصلت إليه دراسة استعراضية، تم فيها مراجعة فعالية العديد من المشروبات الرياضية التي تحتوي على تركيز من الكربوهيدرات يقل عن ١٠٪، إلى أنه لا يوجد فروق ملحوظة بين تلك المشروبات، وبالتالي لا يوجد تفضيل لفعالية أحداها على الآخر. ويوضح الجدول رقم (١) مقارنة لخصائص بعض المشروبات الرياضية الشائعة مع كل من شراب الكوكاكولا وعصير البرتقال، بما في ذلك محتواها من الكربوهيدرات وطاقتها الحرارية ومحتواها من الصوديوم والبوتاسيوم. والملاحظ أن نسبة الكربوهيدرات في معظمها لا تتجاوز ٧٪، كما تتفاوت كمية الصوديوم والبوتاسيوم فيما بينها.

ما هو الفرق بين المشروبات الرياضية ومشروبات الطاقة؟

إن الغرض الرئيسي من المشروبات الرياضية هو تعويض السوائل المفقودة من جراء الجهد البدني خاصة في الجو الحار، ولذا فهي تراعي أن تكون أقرب ما يمكن من تركيز سوائل الجسم في الكائن الحي، حيث تحتوي – بالإضافة إلى الماء – على نسبة قليلة من الكربوهيدرات وبعض المنحلات، خاصة الصوديوم والبوتاسيوم، وبذلك فهي أقرب ما تكون إلى سائلاً متعادلاً أو متوازناً في تركيزه (Isotonic).

أما مشروبات الطاقة، فتحتوي على نسبة عالية من الكربوهيدرات، تجعل منها بطيئة التفريغ من المعدة وبطيئة الامتصاص في الأمعاء، لذا فهي تعد سائلاً عالي التركيز (Hypertonic). وبالإضافة إلى السكريات فإن مشروبات الطاقة تحتوي على منبهات الجهاز العصبي، مثل الكافيين ومادة التورين (Taurine)، وبعض الفيتامينات مثل مجموعة فيتامين ب، وبعض الأملاح وأحماض أمينية، وبعض من الأعشاب مثل الجنسنج، وجينكجو بايلوبا (Ginkgo biluba)، مع إضافة ملونات ونكهات لها. ومن أمثلة مشروبات الطاقة ريد بل، وباور هورس، وبايسن، وغيرهم. ومشروبات الطاقة غير ملائمة على الإطلاق لتعويض السوائل المفقودة عن طريق العرق أثناء الجهد البدني، ليس لأنها بطيئة التفريغ من المعدة وبطيئة الامتصاص فحسب، بل لأن المنبهات التي تحتويها هذه المشروبات تؤدي إلى زيادة إدرار البول.

الجدول رقم (١). مقارنة لخصائص بعض المشروبات الرياضية الشائعة مع مشروب الكولا وعصير البرتقال (حجم العلبة = ٨ أوقيات (حوالي ٢٤٠ مليلتر)).

نوع المشروب	نوع الكربوهيدارت	كمية الكربوهيدرات (جم)	الطاقة (كيلو سعر حراري)	الصوديوم (جم)	البوتاسيوم (جم)
جاتوريد (Gatorade)	سكروز، جلوكوز، فركتوز	١٤	٥٠	١١٠	٣٠
باوريد (Powerade)	فركتوز، مالتوديكسترين	١٩	٧٠	٥٥	٣٠
أوول سبورت (All-sport)	فركتوز	١٩	٧٠	٥٥	٥٥
هيدرافيول (Hydrafuel)	جلوكوز (بوليمر)/فركتوز	١٦	٦٦	٢٥	٥٠
أكسيليريد (Accelerade)	سكروز، تريليهوز، فركتوز	٢٣	٩٣	١٢٦	٤٣
سايتوماكس (Cytomax)	فركتوز/سكروز	١٤	٥٠	٤٠	٧٥
إينرفت جي (Enervit G)	فركتوز، جلوكوز مالتوديكسترين، سكروز	٢٠	٨٠	٣١	٣٠
جي يو ٢٠ (GU 20)	مالتوديكسترين فركتوز	١٤	٥٠	١٢٦	٢٠
ألتيما (Ultima)	مالتوديكسترين	٤	١٦	٥٠	٧٥
كوكاكولا	فركتوز، سكروز	٢٧	١٠٣	٩	٠
عصير البرتقال	فركتوز، سكروز، جلوكوز	٢٥	١٠٤	٦	٤٣٦

المصدر: من مصادر متنوعة ومن ملصقات المشروبات الرياضية.

توصيات الكلية الأمريكية للطب الرياضي بشأن تعويض السوائل والجهد البدني

أصدرت الكلية الأمريكية للطب الرياضي في عام ١٩٩٦م وثيقة علمية مهمة تتعلق بتعويض السوائل وتأثيرها على الأداء البدني وعلى مخاطر الإصابة الحرارية من جراء الجفاف وفي الحد من ارتفاع درجة حرارة الجسم.

ولقد استندت هذه التوصيات على مراجعة شاملة للبحوث والدراسات في هذا المجال. في الفقرات التالية نورد خلاصة ما ورد من توصيات في تلك الوثيقة:

• ينبغي على الأفراد المشاركين في الأنشطة الرياضية أن يتناولوا غذاءً متوازناً وأن يشربوا كفايتهم من السوائل خلال الساعات ٢٤ السابقة للأحداث الرياضية، وخاصة الفترة المتضمنة غذاء ما قبل المسابقة، لكي يضمنوا إماهة (ارتواء) ملائمة قبل المشاركة الرياضية.

• ينبغي شرب حوالي ٥٠٠ مليلتر من السوائل ساعتين قبل المشاركة في الجهد البدني، لكي يضمنوا إماهة كافية، وليتيحوا متسعاً من الوقت لأجسامهم لكي تخرج السوائل الزائدة عن الحاجة.

• على الرياضيين أن يبدءوا في تناول السوائل في وقت مبكر من بداية الجهد البدنين وأن يكون شرب السوائل منتظماً، حتى يتمكنوا من تعويض كل ما يفقدونه من سوائل تخرج عن طريق العرق، أو على أقل تقدير ينبغي شرب أكبر قدر ممكن من السوائل.

• يستحسن أن تكون درجة حرارة السوائل المشروبة أدنى من درجة الحرارة الخارجية (من ١٥–٢٢ درجة مئوية)، وأن يضاف لها بعض النكهات التي تحسن من طعمها وبالتالي تشجع الرياضيين على زيادة تناولها، كما ينبغي أن تكون السوائل متوفرة في عبوات ذات حجم كاف وسهلة الاستخدام، ولا يؤدي استعمالها إلى إرباك اللاعب وشغله عن الاستمرار في النشاط الرياضي.

• من المستحسن إضافة كمية مناسبة من الكربوهيدرات والمنحلات للسائل المشروب في المنافسات والأنشطة الرياضية التي تدوم لأكثر من ساعة، لأنها في تلك الحالة لا تؤثر بشكل ملحوظ على سرعة انتقال السائل إلى داخل الجسم، وفي الوقت نفسه يمكنها أن تساعد على تحسين الأداء البدني. أما المسابقات والأنشطة الرياضية التي تدوم لمدة تقل عن ساعة، فلا يوجد أي دلائل علمية تشير إلى أن هناك فروقاً في التأثير على الأداء البدني بين تناول الماء وتناول المشروبات المضاف لها المواد الكربوهيدراتية والمنحلات.

• في الجهد البدني الذي يدوم لأكثر من ساعة، من المستحسن تناول السوائل السكرية بمعدل ٣٠–٦٠ جرام في الساعة، بغرض المحافظة على معدل عالٍ من أكسدة الكربوهيدرات وبالتالي تأخير حصول التعب. إن هذا المعدل يمكن تحقيقه من خلال شرب ٦٠٠–١٢٠٠ مليلتر في الساعة من السوائل التي تحتوي على الكربوهيدرات بنسبة ٤–٨٪ (جرام لكل ١٠٠ مليلتر). ويمكن لهذه المواد الكربوهيدراتية أن تكون على هيئة سكرية (جلوكوز أو سكروز) أو نشوية (مالتوديكسترين).

• في الجهد البدني الذي يدوم لأكثر من ساعتين، ينبغي إضافة الصوديوم بتركيز يبلغ ٠,٥–٠,٧ جرام لكل لتر ماء في السائل المشروب، لأن ذلك يساعد على تحسين مذاق السائل ويعزز بقاء السوائل في داخل الجسم، كما

أن هذا الإجراء من المحتمل أن يمنع ذلك حدوث الانهيار (Collapse) الناجم عن نقص الصوديوم في الجسم (Hyponatremia) لدى بعض الرياضيين الذين يشربون كميات كبيرة من السوائل التي لا تحتوي على كميات كافية من الصوديوم.

ملحوظة: معظم هذا الفصل مأخوذ من مرجع رقم (١) للمؤلف.

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. *التنظيم الحراري وتعويض السوائل والمنحلات أثناء الجهد البدني لدى الإنسان*. الرياض: الاتحاد السعودي للطب الرياضي، ٢٠٠٧م.

(٢) الهزاع، هزاع محمد التحكم الحراري وتعويض السوائل أثناء الجهد البدني في الجو الحار. *السلسلة الثقافية للاتحاد السعودي للتربية البدنية والرياضة*، ١٤١٣هـ، السنة الأولى، العدد الأول: ١-٣٥.

(٣) الهزاع، هزاع. تعويض السوائل أثناء الجهد البدني. *وقائع الدورة التدريبية السابعة في الطب الرياضي*، الرياض: الاتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٩٩٥م.

(٤) الهزاع، هزاع، وآخرون. التأثيرات الفسيولوجية لفقدان السوائل لدى ناشئي كرة القدم أثناء الجهد البدني في الجو الحار. الدورية السعودية للطب الرياضي، ١٤٢٠هـ، ٣(٢): ١٢ع -٢٥ع.

المراجع الإنجليزية

(٥) Al-Hazzaa, H, Al-Refaee S, Sulaiman M, et al. Energy demand and fluid loss during youth soccer. In: *Science and Football*, N. O'Hata (ed.). Tokyo, Japan: Asian Football Confederation, 1995:310-326.

(٦) Armstrong L, Hubbard R, Jones B, Daniels J. Preparing Alberto Salazar for the heat of the 1994 Olympic Marathon. *The Phys Sportsmed* 1986, 14(3): 73-81.

(٧) Bar-Or O. Children's responses to exercise in hot climate: implication for performance and health. *Sports Sci Exchange* 1994, vol. 7, no. 2.

(٨) Burke LM. Fluid balance during team sports. *J Sports Sci* 1997, 15:287-295.

(٩) Carter J Gisolfi C. Fluid replacement during and after exercise in the heat. *Med Sci Sports Exerc* 1989, 21: 532-539.

(١٠) Coleman E. Sports drink update. *Sports Science Exchange* 1988, Vol. 1 No. 5.

(١١) Convertino V, Armstrong L, Coyle E, Mack G, Sawka M, Senay L, Sherman W. American College of Sports Medicine position stand: Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 1996, 28 (1): i-vii.

(١٢) Coombes J Hamilton K. The effectiveness of commercially available sports drinks. *Sports Med* 2000, 29: 181-209.

(١٣) Coyle E, Montain S. Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise. *Med Sci Sports Exerc* (suppl.) 1992, 24: S324-S330.

(١٤) Davis J, Burgess W. Slentz V, Bartoli W, Pate R. Effects of ingesting 6% and 12% glucose–electrolyte beverages during prolonged intermittent cycling exercise in the heat. *Eur J Appl Physiol* 1988, 57: 563-569.

obeikandl.com

(١٥) Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. *Dietary Reference Intakes for Water, potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate*. Washington, DC: National Academies Press, 2004.

(١٦) Gisolfi C, Lambert G, Summers R. Intestinal fluid absorption during exercise. Role of sport drink Osmolality and Na+. *Med Sci Sports Exerc* 2001, 33: 907-915.

(١٧) Greanleaf J. The body's need for fluids. In: *Nutrition and Athletic Performance*. Palo Alto, Calif: Bull Publishing Comp., 1982:34-51.

(١٨) Greanleaf J, Brock P, Keil L, Morse J. Drinking and water balance during exercise and heat acclimation. *J Appl Physiol* 1983, 54: 414-419.

(١٩) Hoffman J, Stavsky H, Falk B. The effect of water restriction on anaerobic power and vertical jumping height in basketball players. *Int J Sports Med* 1995, 16: 214-218.

(٢٠) Latzka W, Montain S. Water and electrolyte requirements for exercise. *Clin Sports Med* 1999, 18: 513-524.

(٢١) Maughan R, Shirreffs S. Recovery from prolonged exercise: restoration of water and electrolyte balance. *J Sports Sci* 1997, 15: 297-303.

(٢٢) Maughan R, Merson S, Broad N, Shirreffs S. Fluid and electrolyte intake and loss in elite soccer players during training. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004, 14: 333-346.

(٢٣) Meyer F, Bar-Or O. Fluid and electrolyte loss during exercise. The pediatric angle. *Sports Med* 1994, 18: 4-9.

(٢٤) Millard-Strafford M. Fluid replacement during exercise in the heat. *Sports Med* 1992, 13: 223-233.

(٢٥) Nadel E.: New ideas for rehydration during and after exercise in hot weather. *Sports Sci Exchange* 1988, Vol. 1, No.3.

(٢٦) Noakes T. Fluid replacement during exercise. *Exerc Sport Sci Rev* 1993, 21: 297-330.

(٢٧) Rehrer N. Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sports. *Sports Med* 2001, 31: 701-705.

(٢٨) Sawka M, Cheuvront S, Carter R. Human water needs. *Nutrition Rev* 2005, 63: s30- s39.

Obeikandl.com

obeikandl.com

كفاءة الجري والأداء البدني

ماذا تعني كفاءة الجهد البدني (Efficiency)؟

إن كفاءة الجهد البدني تعني مقدار الاقتصادية التي يمكن بها للجسم البشري من إنجاز شغل ما. أي أنها الاقتصادية في صرف الطاقة مقابل إنجاز شغل محدد. والكفاءة ترتبط بمقدار الطاقة المنتجة (أو الشغل المنتج) مقابل الطاقة المصروفة.

الكفاءة الميكانيكية (٪) = الطاقة المنتجة (Energy) ÷ الطاقة المصروفة (Energy)

وتحسب الطاقة المنتجة بواسطة الشغل المبذول (كجم. متر) ثم يحول إلى كيلو سعر حراري. أما الطاقة المصروفة فتحسب بواسطة مقدار الأكسجين المستهلك، والذي يحول بدوره إلى كيلو سعر حراري، ولأن وحدة الكفاءة هي النسبة المئوية، فإننا عادة ما نضرب الناتج النهائي في الرقم ١٠٠ لنحصل على النسبة المئوية.

وتؤثر كفاءة الجهد البدني على الأداء البدني خاصة التحملي، سواء كان ذلك جري أو دراجات أو تجديف أو تزلج، وعلى الرغم من أهمية عوامل أخرى كالقدرة الهوائية القصوى أو العتبة اللاهوائية أو نوعية الألياف العضلية في المساهمة في تحديد الأداء البدني المتميز، إلا أن كفاءة الجري تسهم بدور ملحوظ في الأداء البدني، خاصة عند تشابه مستويات الاستهلاك الأقصى للأكسجين والعتبة اللاهوائية لدى المتسابقين، مما يجعل الفرصة أكبر في الفوز لدى المتسابق الذي يمتلك اقتصادية عالية.

كما أن دراسة كفاءة الجهد البدني تحتل أهمية كبيرة عند القيام بجهد بدني مع حمل ثقل على الجسم، كما هو الحال في طبيعة بعض المهن مثل رجال الإنقاذ والإطفاء، وكذلك لها أهمية في القطاع العسكري حيث يقوم الجنود بالمشي أو الجري وهم يحملون عتادهم على أكتافهم وظهورهم لمسافة طويلة.

وتقدر كفاءة الجهد البدني لدى الإنسان أثناء الأنشطة التي يستخدم فيها كتلة عضلية كبرى من الجسم مثل المشي والجري وكذلك ركوب الدراجة بحوالي ٢٠-٢٥٪، أي أن ٧٥-٨٠٪ من الطاقة تذهب على هيئة حرارة (بدون شغل منتج). أما رياضة السباحة فتنخفض الكفاءة فيها إلى أقل من ١٠٪ بسبب مقاومة الماء. علماً بأن كفاءة محرك السيارة العادية (التي تعمل بالبنزين) تبلغ حوالي ٢٥٪، أما السيارة التي تعمل بالديزل فتبلغ كفاءة محركها حوالي ٣٥٪، على أن شركات السيارات في الآونة الأخيرة بدأت تحسن من كفاءة عرباتها إلى حد كبير.

ويوضح الجدول رقم (١) عرضاً لكفاءة الجهد البدني أثناء أنشطة بدنية متنوعة لدى الرجال. ويتضح من ذلك الجدول أن نسبة الكفاءة تتفاوت فيما بين تلك الأنشطة، بل أن التفاوت في مقدار الكفاءة لدى الأفراد يُعد كبيراً داخل النشاط نفسه، فنسبة الكفاءة أثناء المشي في مستوى أفقي على سبيل المثال تراوحت من ١٩,٦٪ إلى ٣٥,٢٪، كما يُلاحظ من الجدول أن كفاءة الجهد باستخدام الدراجة أعلى من بقية الأنشطة الأخرى، وأن الكفاءة أثناء السباحة هي الأدنى، حيث تراوحت من حوالي ٣٪ إلى ٧,٤٪.

الجدول رقم(١). كفاءة الجهد البدني أثناء أنشطة بدنية مختلفة لدى الرجال.

نوع النشاط	الكفاءة (٪)	المرجع
المشي الأفقي	١٩,٦ – ٣٥,٢	Donovan & Brooks, JAP 1977; 43: 431-439.
المشي العمودي (بميل)	٢٠,٦ – ٤٣,٠	Donovan & Brooks, JAP 1977; 43: 431-439.
السباحة الحرة	٢,٩ – ٧,٤	Pendergast, et al, JAP 1977; 43: 475-479.
التجديف	١٠ – ٢٠	diPramepero, et al, JAP 1971; 31: 853-857.
الدراجات	٢٤,٤ – ٣٤,٠	Gaesser & Brookd, JAP 1975; 38: 1132-1139.
التزحلق على الجليد (Ice skating)	١١	diPramepero, et al, JAP 1976; 40: 584-591.

المصدر: Fox, Bowers & Foss, 1988: 75

قياس كفاءة الجهد البدني باستخدام دراجة الجهد

قبل التطرق إلى كيفية قياس الكفاءة الميكانيكية، نود أن نشير إلى أن قياسها ينبغي أن يتم في حالة الاستقرار (أي أثناء الجهد البدني دون الأقصى)، كما يلزم أن يتعوّد الشخص على استعمال الدراجة قبل القيام بقياس كفاءته، ونحسب كفاءة الجهد البدني على النحو التالي:

الكفاءة الميكانيكية (٪) = (الطاقة المنتجة ÷ الطاقة المصروفة) × ١٠٠

الطاقة المنتجة (كيلو سعر حراري) = الشغل المبذول (كجم. متر) ÷ ٤٢٧ كجم. متر

وذلك لأن كل كيلو سعر حراري واحد يعادل ٤٢٦,٨ كجم. م أو ٤,١٨٥٥ كيلو جول.

ولحساب الطاقة المصروفة فينبغي أولاً حساب صافي الطاقة المصروفة حتى نحصل على صافي الكفاءة الميكانيكية(Net Efficiency)، وذلك بطرح استهلاك الأكسجين في الراحة من استهلاك الأكسجين أثناء الجهد البدني، على النحو التالي:

الطاقة المصروفة = استهلاك الأكسجين أثناء الجهد (لتر في الدقيقة) – استهلاك الأكسجين في الراحة (لتر في الدقيقة).

ثم نقوم بضرب مقدار استهلاك الأكسجين في ما يقابله من كيلو سعر حراري (عند استخدام خليط من الدهون والكربوهيدرات فإن المعامل التنفسي الخلوي (RQ) يساوي ٠,٨٥ ، أي أن كل لتر من الأكسجين (O_2) يعطي ٤,٨٦ كيلو سعر حراري).

مثال لحساب الكفاءة الميكانيكية أثناء استخدام الدراجة :

إذا كان الشغل المبذول يساوي ٩٠٠ كجم. متر **في الدقيقة** ، واستهلاك الأكسجين أثناء الجهد البدني على الدراجة كان ٢,١ لتر **في الدقيقة** ، وأثناء الراحة = ٣٠٠ ملليلتر **في الدقيقة** ، ما هي الكفاءة الميكانيكية إذا عرفت أن المعامل التنفسي الخلوي يساوي ٠,٨٥ ؟

الجواب :

١- نقسم الشغل المبذول على ٤٢٧ كالتالي : ٩٠٠ ÷ ٤٢٧ = ٢,١١ كيلو سعر حراري/ دقيقة.

٢- صافي استهلاك O_2 = ٢,١ — استهلاك الراحة (٠,٣ لتر/ دقيقة) = ١,٨ لتر/ دقيقة.

٣- نحدد كم كيلو سعر حراري نحصل عليه مقابل كل لتر من الأكسجين عند معامل تنفسي خلوي يساوي ٠,٨٥ (عند هذا المعامل ، فإن كل لتر O_2 يعطي ٤,٨٦ كيلو سعر حراري).

٤- نضرب ١,٨ × ٤,٨٦ لنحصل على الطاقة المصروفة = ٨,٧٥ كيلو سعر حراري/ دقيقة.

٥- الكفاءة (٪) = الشغل المنجز على الطاقة المصروفة = (٢,١١ ÷ ٨,٧٥) × ١٠٠ = ٢٤,١٪

قياس كفاءة الشغل (Work efficiency)

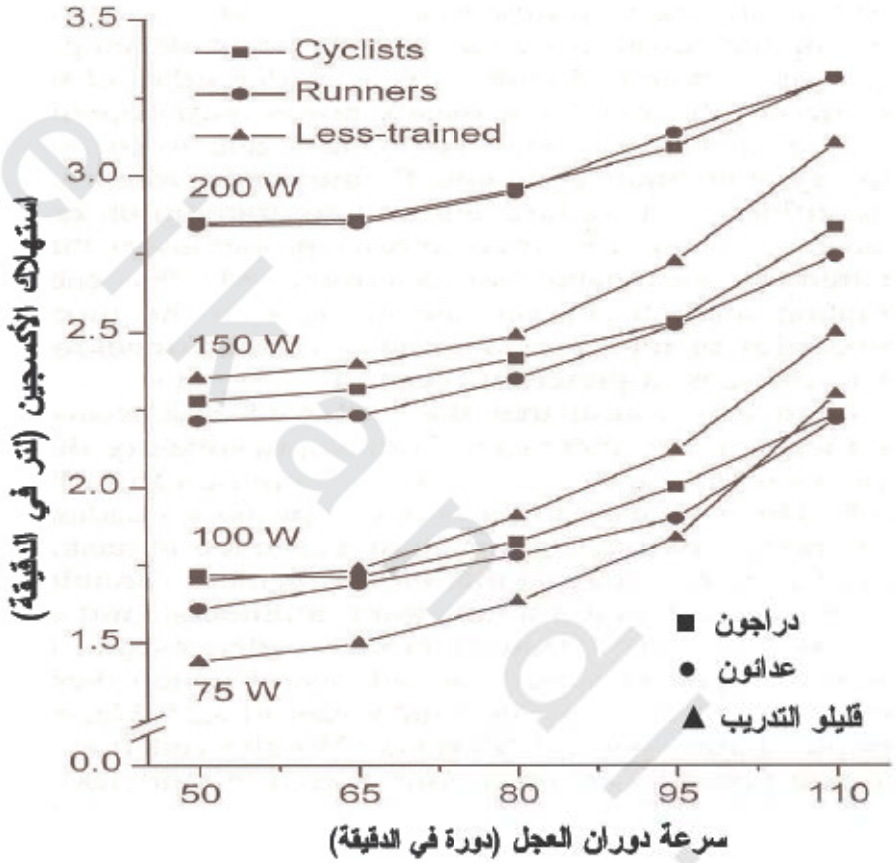
يتم قياس كفاءة الشغل عن طريق حساب الطاقة المصروفة أثناء الشغل فقط ، وذلك بقسمة **الطاقة المنتجة** (أي الشغل المبذول) على **الطاقة المصروفة** بعد طرح استهلاك الأكسجين ، ليس أثناء الراحة فحسب بل وأثناء تحريك عجل الدراجة بدون مقاومة من مقدار استهلاك الأكسجين أثناء الجهد ، وذلك على النحو التالي :

الطاقة المصروفة = استهلاك الأكسجين أثناء الجهد — استهلاك الأكسجين أثناء تدوير العجل بدون مقاومة.

كفاءة الجهد البدني وسرعة دورات العجل عند استخدام الدراجة

تتأثر الكفاءة الميكانيكية إلى حد ما بسرعة دوران عجل الدراجة ، حيث أشارت نتائج دراسة أجريت على ثلاث مجموعات من الأفراد إلى أن سرعة دوران العجل التي يفضلها هؤلاء الأفراد تختلف بشكل واضح عن السرعة الأكثر اقتصادية في استهلاك الأكسجين (أي الأكثر كفاءة) ، حيث تراوحت السرعة التي يفضلها كل من الدراجين والعدائين من ٩٠ – ٩٥ دورة في الدقيقة ، بينما كانت لدى الأفراد قليلي التدريب من ٧٠-٨٠ دورة في الدقيقة. أما السرعة الأكثر اقتصادية فلقد تراوحت من ٥٠-٦٠ دورة في الدقيقة ، ولقد أوضحت نتائج الدراسة أيضاً أن استهلاك

الأكسجين لا يختلف كثيراً بين سرعة دوران تعادل ٥٠-٦٠ دورة في الدقيقة لدى أي من المجموعات الثلاث بغض النظر عن معدل القدرة التي يعملون عندها، لكن يلاحظ أن استهلاك الأكسجين يزداد بشكل تصاعدي بعد سرعة دوران تتجاوز ٦٠ (أو ٦٥) دورة في الدقيقة، كما هو موضحاً في الشكل البياني رقم (١).



الشكل البياني رقم(١). استهلاك الأكسجين تبعاً لسرعة دوران العجل (في الدقيقة) عند قدرات مختلفة لدى دراجين وعدائين وآخرين قليلي التدريب.

(المصدر: Marsh & Martin, MSSE 1997; 29: 1229).

قياس اقتصادية الجري باستخدام السير المتحرك

تُعرّف اقتصادية الجري (أو المشي) بأنها مقدار استهلاك الأكسجين المطلوب لتحريك كيلو جرام واحد من الجسم مسافة محددة. علماً بأنه يمكن حساب كفاءة الجري أو المشي عند الجري أو المشي على السير المتحرك فقط في وجود ميل، وذلك بحساب المسافة الرأسية **(Vertical Distance)**، أما في حالة الجري أو المشي على السير المتحرك بشكل أفقي (بدون ميل) فإننا نستخدم معدل استهلاك الأكسجين عند سرعة معينة كمؤشر على الكفاءة.

ولحساب كفاءة الجري أو المشي على السير المتحرك في وجود ميل فإننا نقوم باستخدام المعادلات التالية :

حساب الشغل على السير المتحرك (كجم. متر/ دقيقة) = وزن الجسم (كجم) × سرعة السير المتحرك (متر في الدقيقة) × درجة الميل (٪).

(يمكن تحويل الشغل من كجم. متر/ دقيقة إلى شمعة وذلك بالقسمة على ٦,١).

بعد حساب الشغل بالكجم لكل متر في الدقيقة ، يتم تحويله إلى كيلو سعر حراري في الدقيقة كما سبق في حالة الدراجة (وذلك بقسمته على الرقم ٤٢٦,٨ كجم. متر) ، ثم حساب استهلاك الأكسجين في الدقيقة أثناء المشي أو الجري ، ومن ثم قسمة الطاقة المنتجة على الطاقة المصروفة.

طريقة أخرى لحساب الكفاءة (Efficiency)

يمكن أيضاً حساب الكفاءة من خلال معادلة تقدر معدل الإنتاج الحراري للجسم **(Metabolic heat production)** أثناء أداء جهد بدني متحرك ، ثم حساب معدل الشغل المنجز **(External Work)** ، ومن ثم قسمة معدل الشغل المنجز على معدل الإنتاج الحراري للجسم للحصول على الكفاءة ، وذلك على النحو التالي :

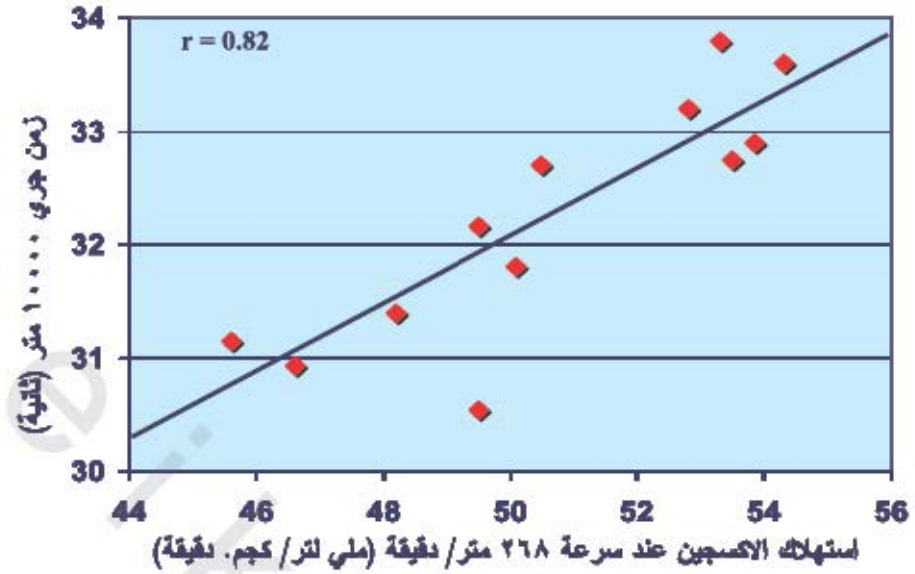
معدل الإنتاج الحراري (شمعة) = ٣٥٢ (٠,٢٣ × المعامل التنفسي الخلوي + ٠,٧٧) (استهلاك الأكسجين باللتر/ دقيقة).

حساب الشغل (شمعة) = ٠,١٦٣ × وزن الجسم بالكجم × سرعة المشي أو الجري (متر/ دقيقة) × مقدار الميل (بالنسبة المئوية).

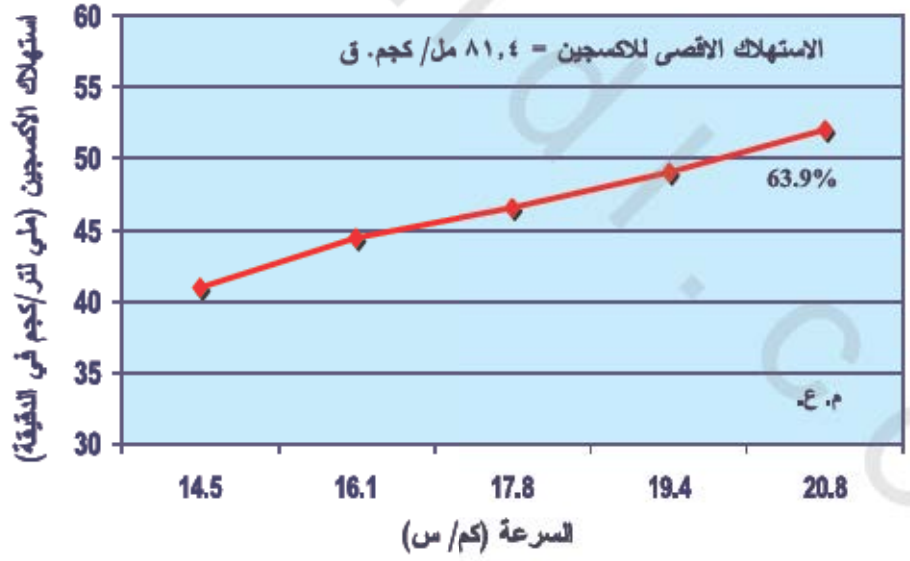
وتشير الدراسات بأن هناك علاقة قوية بين اقتصادية الجري والأداء البدني التحملي ، خاصة كلما ازدادت مسافة السباق ، فالعداء الذي يتمكن من الجري عند السرعة نفسها التي يجري بها زميله ومع ذلك يكون استهلاكه من الأكسجين أقل من زميله ، يعد أكثر اقتصادية في جريه.

ويوضح الشكل البياني رقم (٢) رسماً للعلاقة بين معدل استهلاك الأكسجين عند سرعة ٢٦٨ مليلتر في الدقيقة وزمن الجري في سباق ١٠ آلاف متر ، ويظهر أن هناك علاقة قوية بين اقتصادية الجري في حالة الاستقرار والأداء البدني التحملي ، حيث تبلغ العلاقة الارتباطية للبيانات الموضحة في الرسم المشار إليه مقدار ٠,٨٢ ، وهي تعد علاقة قوية ، وتعني في الغالب أن الرياضي الذي لديه اقتصادية في الجري (استهلاكه من الأكسجين عند سرعة محددة منخفض) يكون أداءه في السباقات التحملية أفضل (زمن الجري أقل من أقرانه).

ولقياس اقتصادية الجري ، يقوم المفحوص بالجري عند سرعات مختلفة يكون فيها استقرار **(Steady state)** ، ويتم خلالها قياس استهلاكه من الأكسجين في كل مرحلة ، ثم نقوم برسم العلاقة بين سرعة الجري واستهلاك الأكسجين. ويوضح الشكل البياني رقم (٣) رسماً للعلاقة بين سرعة الجري ومعدل استهلاك الأكسجين لدى أحد العدائين السعوديين المتميزين في سباقات الجري التحملي ، ويتضح من الرسم أن كفاءة الجري لدى هذا العداء تبدو عالية ، كما أن لياقته القلبية التنفسية تعد عالية جداً.



الشكل البياني رقم (٢). العلاقة بين معدل استهلاك الأكسجين أثناء الجري بسرعة ٢٦٨ متر في الدقيقة وزمن جري ١٠ آلاف متر لـدى العدائين. (Conley & Krahenbuhl, *Med Sci Sports*, 1980).

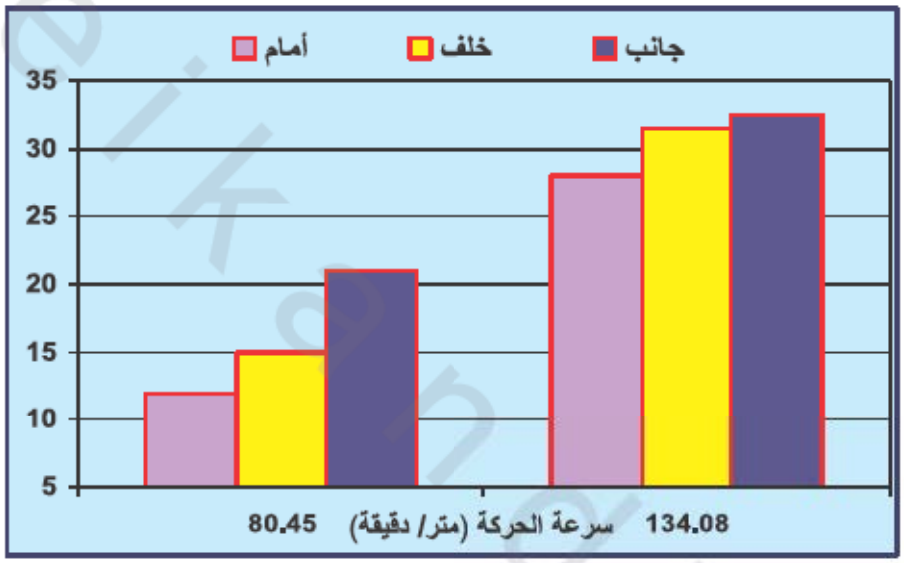


الشكل البياني رقم (٣). العلاقة بين معدل استهلاك الأكسجين وسرعة الجري لدى أحد العدائين السعوديين.

البيانات من مختبر فسيولوجيا الجهد البدني.

obeikandi.com

ومن المعلوم من خلال التجارب التي قام بإجرائها عالم الفسيولوجيا الأيطالي مارجريا منذ قرابة ٥٠ سنة أن الرياضيين يعدون أكثر اقتصادية في الجري من غير الرياضيين بحوالي ٥-٧٪. كما أن اقتصادية الجري تتأثر باتجاه الحركة، ففي دراسة تم فيها قياس معدل استهلاك الأكسجين أثناء الحركة الأمامية والحركة الخلفية والحركية الجانبية، تبين من خلالها أن الحركة إلى الأمام تعد أكثر اقتصادية من الحركة باتجاه الخلف، أما الجري باتجاه الجانب فيعد أقلهم اقتصادية، كما هو موضحاً في الشكل البياني رقم (٤).



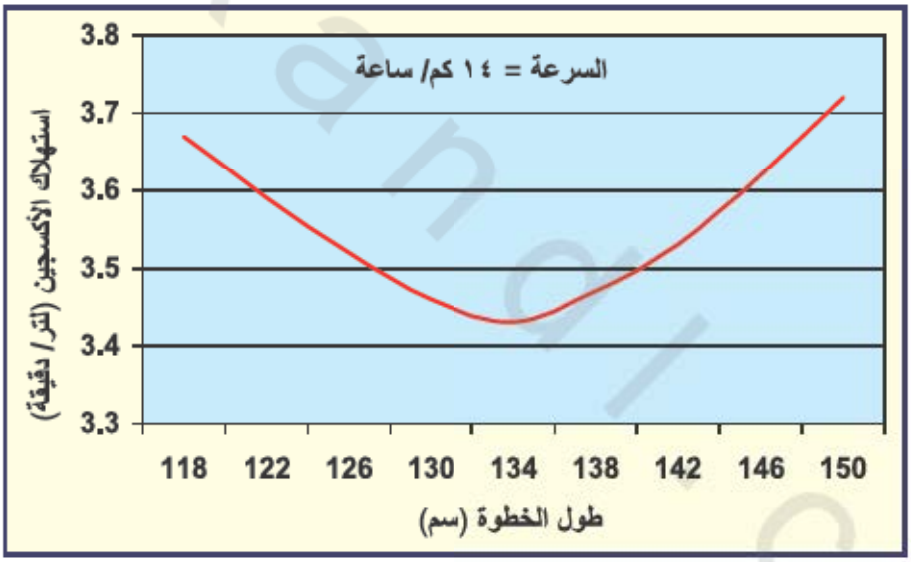
الشكل البياني رقم (٤). استهلاك الأكسجين (ميليتر/كجم. دقيقة) أثناء الحركة الأمامية والخلفية والجانبية عند سرعات محددة، مما يعني أن الحركة الأمامية أكثر الحركات اقتصادية في صرف الأكسجين.

(WilliFord, et al., *Med Sci Sports Exerc*, 1998, 30: 1421).

وغني عن القول أن الجري على المستوى الأفقي بالكيلو متر الواحد يتطلب عموماً مقداراً أعلى من استهلاك الأكسجين مقارنة مع المشي، وفي الواقع فإن كلفة الجري على المستوى الأفقي بالكيلو متر الواحد تبلغ ضعفي كلفة المشي عند سرعة ٤ كم في الساعة. وتبلغ كلفة الجري لمسافة كيلو متر واحد لدى الشخص ما يعادل كيلو سعر حراري واحد لكل كجم من وزن الجسم، بغض النظر عن سرعة الجري، أي ما يساوي ١٥,٦ لتر من الأكسجين لكل كم واحد. وعلى هذا فإن شخص وزنه ٦٥ كجم من المتوقع أن يصرف أثناء سباق للماراثون مقداراً من الطاقة يقدر بحوالي ٢٧٠٠ كيلو سعر حراري، بغض النظر عن سرعة الجري أو الزمن الذي يستغرقه في جري الماراثون ما دام يجري بسرعة ثابتة طوال السباق.

وفيما يتعلق بكلفة الجري على السير المتحرك مقارنة بالجري على المضمار، ينبغي القول أن معدل استهلاك الأكسجين في كليهما متقارب جداً، فاستهلاك الأكسجين أثناء الجري دون الأقصى على المضمار يزيد في حدود ١٪ على استهلاك الأكسجين أثناء الجري على السير المتحرك، أما استهلاك الأكسجين على الأرض المزروعة أو الأرض الترابية فيكون أعلى بشكل أكبر مما هو على السير المتحرك، أما إذا كانت سرعة الرياح في الاتجاه المضاد للجري عالية فإن ذلك يزيد بالطبع من مقاومة الهواء لجسم الرياضي والمحصلة هي زيادة استهلاك الأكسجين وانخفاض كفاءة الجري.

ويوضح الشكل البياني رقم (٥) رسماً لمعدل استهلاك الأكسجين تبعاً لطول الخطوة، ويتبين من الشكل أن استهلاك الأكسجين ينخفض بالتدريج كلما ازدادت طول الخطوة حتى الوصول إلى طول خطوة يساوي ١٣٢–١٣٦ سم، بعدها يزداد معدل استهلاك الأكسجين مع زيادة طول الخطوة بشكل ملحوظ.



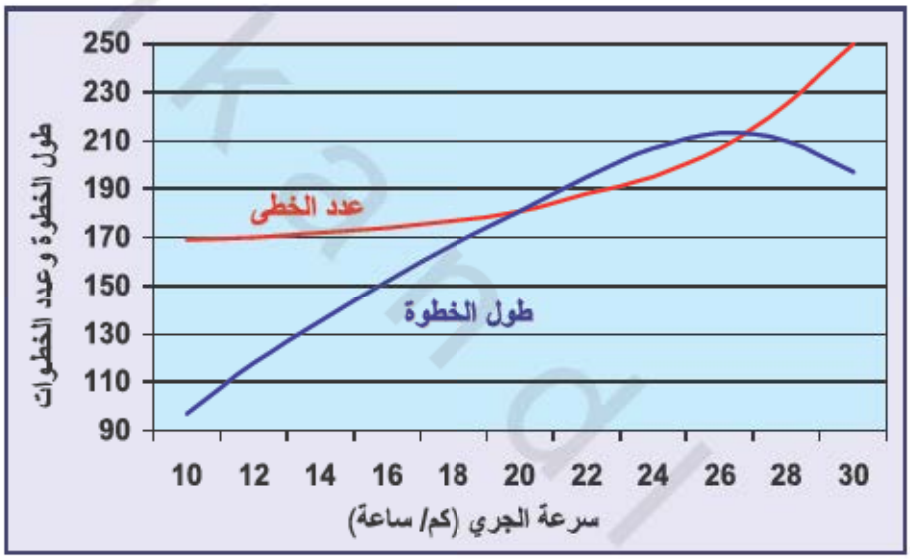
الشكل البياني رقم (٥). مقدار استهلاك الأكسجين تبعاً لطول الخطوة عند الجري بسرعة ١٤ كم في الساعة.

(المصدر: McArdle et al, 1991: 185).

وهذا يعني أن الخطى القصيرة جداً أو الطويلة جداً تزيد من كلفة الجري وتخفض من اقتصاديته. وفوق ذلك كله، ينبغي أن لا ننسى أن لكل عداء أسلوبه وطريقته في الجري، والملاحظ أن بعض العدائين المتميزين عالمياً في سباقات الجري التحملي يمتلكون كفاءة عالية مقارنة بغير العدائين، لكن هناك قلة من العدائين البارزين الذين لا يتميز جريهم بالكفاءة والاقتصادية على الإطلاق، وعندما حاول المدربون تعديل طريقة جريهم انخفض أداءهم،

نظراً لأنهم قد تعوّدوا على ذلك النمط من الجري، مما يشير إلى أهمية تعليم الرياضي مبكراً الخطوات الصحيحة للأداء البدني المقتصد.

والجدير بالإشارة أن زيادة سرعة الجري تقود عموماً إلى زيادة طول الخطوة بشكل ملحوظ وتؤدي إلى زيادة عدد الخطى بدرجة أقل، حيث تشير نتائج الدراسات التي أجريت في هذا الشأن إلى أن زيادة السرعة من ١٠ كم في الساعة إلى ٢٠ كم في الساعة يزيد من طول الخطوة أثناء الجري بمقدار ٨٥٪، بينما تكون الزيادة في عدد الخطى بحوالي ٩٪، على أن زيادة سرعة الجري فوق سرعة ٢٤ كم في الساعة يكون بفعل زيادة عدد الخطى بصورة رئيسية، لأن طول الخطوة يتوقف عن الزيادة أو يقل قليلاً فوق تلك السرعة، كما هو موضحاً في الشكل البياني رقم (٦).

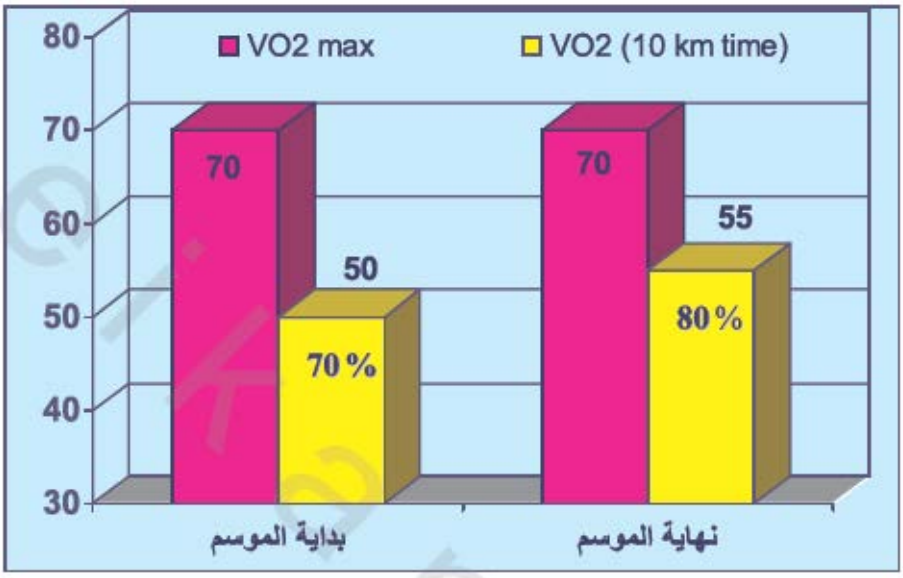


الشكل البياني رقم (٦). يؤثر كل من طول الخطوة وعدد مرات الخطى على سرعة الجري بشكل متفاوت تبعاً لسرعة الجري، ويتضح من الشكل أن لطول الخطوة دور أكبر في زيادة السرعة حتى الوصول إلى سرعة ٢٤ كم في الساعة تقريباً، بعدها يزداد دور عدد الخطى أهمية في زيادة سرعة الجري.

(المصدر: McArdle et al, 1991: 185).

ويمكن من خلال معرفة انخفاض كفاءة الجري لدى الرياضي خلال الموسم التدريبي الاستدلال بذلك على إصابته بفرط التدريب **(Overtraining)**، حيث يصبح معدل استهلاك الأكسجين أثناء جريه عند سرعة محددة أعلى مما كان عليه عند السرعة نفسها قبل حدوث حالة فرط التدريب، ويوضح الشكل البياني رقم (٧) كفاءة الجري لدى عداء بعد إصابته بحالة فرط التدريب في نهاية الموسم مقارنه ببداية الموسم، ويتضح من الرسم أن مقدار

استهلاكه من الأكسجين كنسبة من الاستهلاك الأقصى للأكسجين قد ازداد إلى ٨٠٪ مقارنة بنسبة ٧٠٪ في بداية الموسم عندما لم يكن يعاني من حالة فرط التدريب.



الشكل البياني رقم (٧). كفاءة الجري (اللون الأصفر) معبراً عنها بمعدل استهلاك الأكسجين (مليلتر/كجم في الدقيقة) أثناء جري ١٠ كم لدى عداء بعد إصابته بفرط التدريب في نهاية الموسم، على الرغم من عدم تغير معدل الاستهلاك الأقصى للأكسجين (اللون الزهري).

المصدر: Costill D. Inside Running: Basics of Sports Physiology, 1986

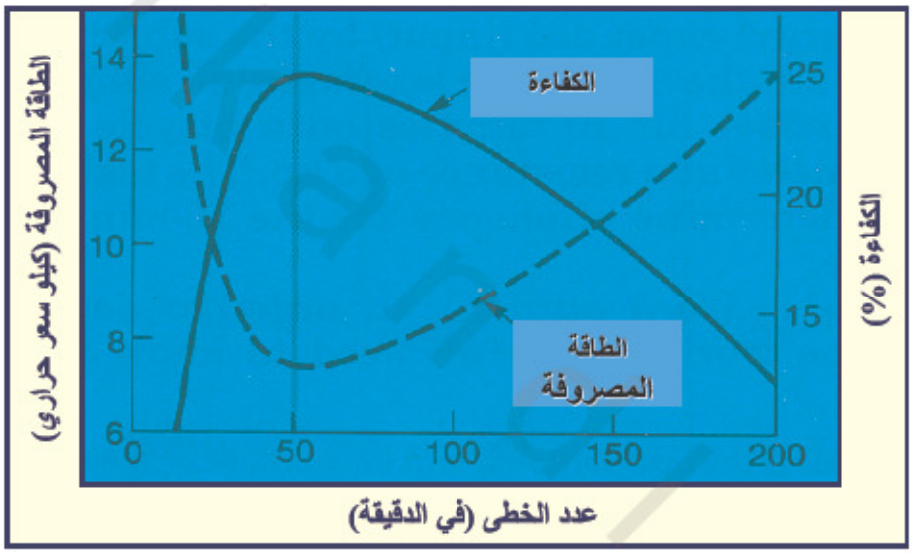
كفاءة السباحة

كما أشرنا إلى ذلك سابقاً، تبلغ كفاءة السباحة حوالي ٩-١٠٪، وهذه النسبة من الكفاءة تُعد منخفضة مقارنة بكفاءة الجري أو أثناء استخدام الدراجة.

وتسهم عوامل عديدة في انخفاض الكفاءة أثناء السباحة، من أهمها مقاومة الماء للسباح التي تعد أكبر كثيراً من مقاومة الهواء للعداء أثناء الجري، كما أن درجة حرارة الماء تؤثر على مقدار استهلاك الأكسجين لدى السباح أثناء السباحة، فكلما انخفضت درجة حرارة الماء ازداد معدل استهلاك الأكسجين، ويعزى ذلك بشكل كبير إلى فقدان بعض الطاقة الحرارية من الجسم نتيجة لبرودة الماء مقارنة بدرجة حرارة سطح جلد السباح، على أنه في حالة السباحة بسرعة عالية تقارب متر واحد في الثانية فإن ذلك يقلل من تأثير درجة حرارة الماء على معدل استهلاك الأكسجين لدى السباحين.

الكفاءة أثناء اختبار الخطوة

تختلف كفاءة اختبار الخطوة (أو تمرينات الخطى **Stepping**) تبعاً لمعدل الخطوة في الدقيقة، وتأخذ الكفاءة هنا نمطاً شبيهاً إلى حد ما بالكفاءة أثناء الجري، إلا أنه أكثر حدة مما في الجري، والشكل البياني رقم (٨) يوضح لنا الكفاءة (٪) أثناء اختبار الخطوة تبعاً لمعدل الخطى، ويظهر في الرسم أيضاً معدل الطاقة المصروفة أثناء الخطى تبعاً لمعدل الخطى، ويتبين من الرسم أن الكفاءة تزداد بشكل حاد مع زيادة معدل الخطى (صعوداً ونزولاً) حتى الوصول إلى معدل ٥٠ خطوة في الدقيقة، بعدها تبدأ الكفاءة بالانخفاض التدريجي مع زيادة معدل الخطى. أما منحنى الطاقة المصروفة فيأخذ نمطاً معاكساً لنمط الكفاءة كما هو مبيناً في الشكل.



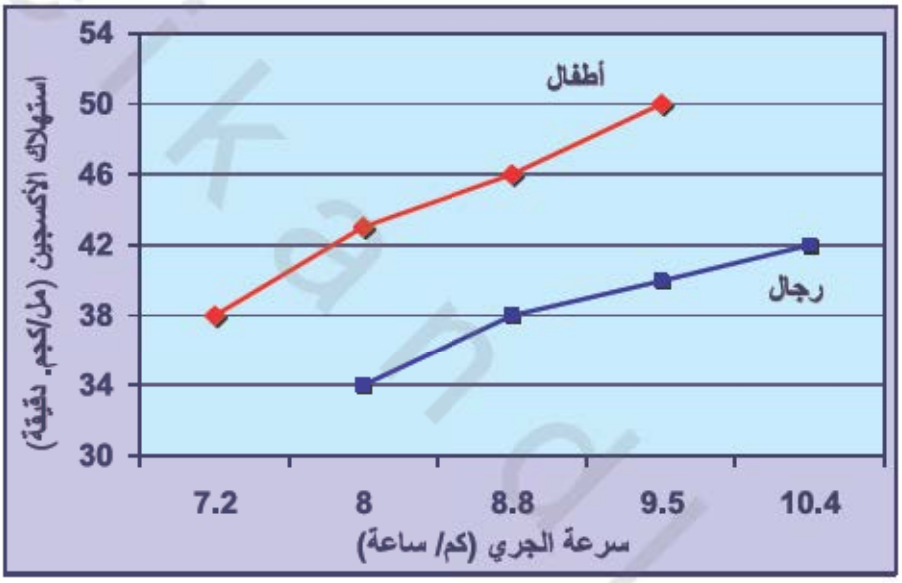
الشكل البياني رقم (٨). كفاءة اختبار الخطوة (أثناء صعود الدرج)، ويبدو محور الكفاءة (٪) على الجهة اليمنى ومحور الطاقة المصروفة (بالكيلو سعر حراري) على اليسار تبعاً لعدد الخطى في الدقيقة.

(المصدر: (Fox, et al, 1988, p. 75 (data from Lupton, J Physiol, 1923).

اقتصادية الجري لدى الأطفال مقارنة بالكبار

تعد اقتصادية المشي والجري لدى الأطفال أدنى مما هي عليه لدى الكبار، ويوضح الشكل البياني رقم (٩) معدل استهلاك الأكسجين لدى الأطفال والكبار أثناء قيامهم بالجري على السير المتحرك عند سرعات تراوحت من ٧,٢ إلى ١٠,٤ كم في الساعة، ويتبين بوضوح من الرسم أن قيم كلفة الجري منسوبة لكل كجم من وزن الجسم أعلى لدى الأطفال مقارنة بالكبار عند سرعات الجري المشتركة.

ويعزى ارتفاع كلفة الجهد البدني لدى الأطفال مقارنة بالكبار إلى عوامل عديدة من أهمها أن مساحة سطح الجسم منسوبة إلى كتلة الجسم لدى الأطفال أكبر مما هي لدى الكبار، مما يزيد من معدل الأيض في الراحة عند حسابه نسبة إلى وزن الجسم. كما أن طول الخطوة لدى الصغار يعد أقل من الكبار، بينما نجد أن عدد الخطوات التي يقوم بها الصغار لقطع مسافة محددة يعد أكبر من عدد الخطوات التي يقوم بها الكبار، الأمر الذي يزيد من كلفة الجري لدى الصغار. يضاف إلى ما سبق، أن كفاءة التهوية الرئوية لدى الصغار أدنى مما هي لدى الكبار (عدد مرات التنفس اللازمة لإدخال الكمية نفسها من الهواء).



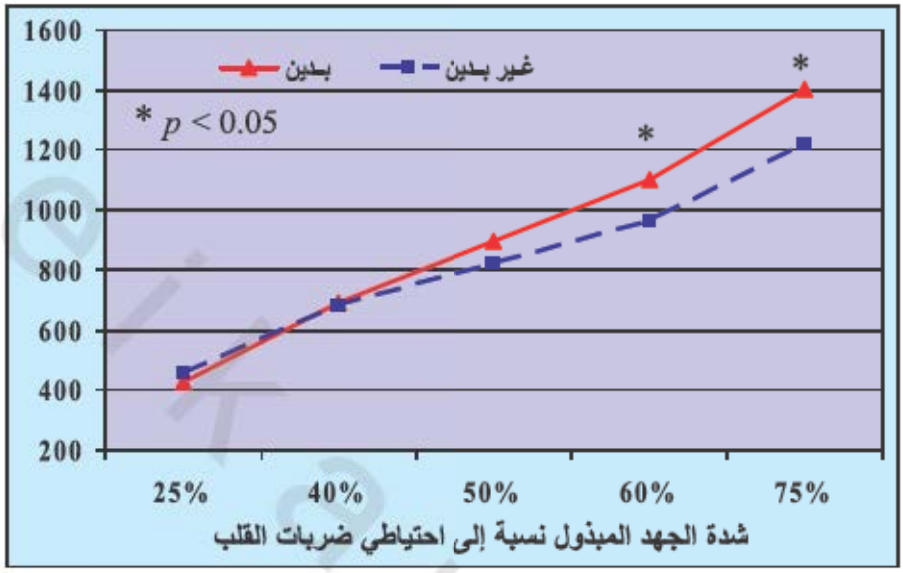
الشكل البياني رقم (٩). اقتصادية الجري بناءً على معدل استهلاك الأكسجين بالمليلتر لكل كجم من وزن الجسم في الدقيقة لدى كل من الكبار والصغار عند سرعات مختلفة من الجري على السير المتحرك.

(المصدر: Rowland, et al,1987).

والجدير بالذكر أن نتائج البحوث التي قمنا بإجرائها في مختبر فسيولوجيا الجهد البدني بجامعة الملك سعود حول كفاءة الجهد لدى الأطفال البدناء مقارنة بغير البدناء أوضحت أن كفاءة الجهد المبذول من قبل الطفل البدين (بالمليلتر من استهلاك الأكسجين في الدقيقة) تبدأ في الانخفاض بوضوح بعد تجاوز الطفل البدني لجهد بدني يعادل ٥٠٪ من احتياطي ضربات القلب، كما هو موضحاً في الشكل البياني رقم (١٠).

ويعني ذلك أن تكلفة الجهد البدني المرتفع الشدة لدى الطفل البدين أعلى من تكلفة الجهد لدى الطفل غير البدين عند الشدة نفسها من احتياطي ضربات القلب. أما من الناحية العملية فإن ذلك يجعل الطفل البدين لا يحبذ

القيام بالجهد البدني المرتفع الشدة، لأنه يؤدي إلى زيادة العبء الملقى عليه مقارنة بغير البدين، مما لا يشجعه على القيام بالنشاط البدني المرتفع الشدة.



الشكل البياني رقم (١٠). كفاءة الجهد البدني (بالمليلتر من استهلاك الأكسجين في الدقيقة) لدى الطفل البدين مقارنة بغير البدين تبعاً لشدة الجهد البدني منسوبة إلى احتياطي ضربات القلب.

(**المصدر**: Al-Hazzaa & Al-Ghamidi, 2001).

العوامل المؤثرة على كفاءة الجري

هناك العديد من العوامل التي تؤثر على كفاءة الجري بصورة أو بأخرى، إلا من أهم تلك العوامل ما يلي:

نوع الجنس

تشير معظم الدراسات إلى وجود فروق في كفاءة الجري بين الرجال والنساء، سواء كانوا من غير المتدربين أو من المتدربين. ويعزى الفرق في كفاءة الجري تبعاً لنوع الجنس على سرعة الخطوة وزيادة الدين الأكسجيني لدى النساء، كما لا ينبغي أن نتجاهل الوضع التشريحي لجسم المرأة مقارنة بالرجل.

العمر

تزداد كفاءة الشخص مع التقدم في العمر من سن الطفولة إلى الرشد، ولقد أوضحنا الأسباب المؤدية إلى ذلك في الفقرات السابقة. غير أن بعض البحوث تشير أيضاً إلى أن كبار السن يعدون أقل كفاءة من الشباب، ومرد ذلك انخفاض مرونة مفصل الوركين لدى الكبار، وقلة تثبيط العضلات المضادة (**Antagonist**) لديهم، وإلى زيادة نسبة الشحوم لدى الكبار وانخفاض كفاءة الجهاز الدوري التنفسي مع التقدم في العمر.

نوعية الأرضية التي يتم الجري عليها

تشير معظم الدراسات على أن استهلاك الأكسجين يزداد عندما تكون الأرضية التي يجري عليها الشخص رمليه مقارنة بالأرض الصلبة. كما أن استهلاك الأكسجين أثناء الجري في الهواء الطلق يزيد على استهلاك الأكسجين أثناء الجري بنفس السرعة على السير المتحرك، نظراً لانخفاض مقاومة الهواء أثناء الجري على السير المتحرك، وتقدر الطاقة المصروفة من جراء مقاومة الهواء بحوالي ٢-٨٪ من الطاقة الكلية المصروفة أثناء الجري تبعاً لسرعة الريح.

التدريب البدني

يبدو أن الأفراد المتدربون بشكل عام أكثر اقتصادية (أكثر كفاءة في الجري) من غير المتدربين. كما تشير الدلائل العلمية إلى أن عدائي الماراثون والمسافات الطويلة أكثر كفاءة في الجري من عدائي المسافات المتوسطة والقصيرة، على الرغم من وجود تفاوت في كفاءة الجري فيما بين عدائي المسافات الطويلة أنفسهم قد يتجاوز ٢٠٪.

حمل أثقال على الجسم

تشير البحوث إلى زيادة كفاءة الجري (على أساس حساب استهلاك الأكسجين نسبة إلى وزن الجسم) عند حمل ثقل على الجسم فوق وزن الجسم المعتاد، ومن الملاحظ أيضاً أن تكلفة الجري تزداد (أي تنخفض الاقتصادية) عندما يتم حمل الثقل بعيداً عن مركز الجسم، كما هو الحال عند وضع تقل على كاحل القدم بدلاً من وسط الجسم. وتشير الدراسات التي فحصت كفاءة الجري أثناء صعود الدرج إلى أن الكفاءة تزداد مع حمل أثقال على الجسم حتى نسبة ٣٠٪ من وزن الجسم.

طول الخطوة

أظهرت الدراسات حول طول الخطوة وكفاءة الجري كما أوضحنا سابقاً إلى أن هناك طول مثالي للخطوة تكون عنده الكفاءة في أعلى مستواها، وأن الأفراد يختلفون في هذا الطول المثالي للخطوة تبعاً للاختلافات في طول الأطراف وفي موقع مركز تقل الجسم وعوامل أخرى. كما أن محاولة الفرد زيادة أو خفض طول خطواته عن الطول الأمثل يؤدي إلى زيادة استهلاكه من الأكسجين وبالتالي انخفاض كفاءة الجري لديه، ويعتقد أن سبب ذلك يعود إلى زيادة توظيف (استخدام) الألياف العضلية السريعة الخلجة.

قوة الارتطام بالأرض (Ground reaction force)

المقصود بذلك هو القوة الناتجة عن رد فعل ارتطام القدم بالأرض أثناء الجري. ويعتقد أن العدائين الذين يرتطمون بالأرض بمقدمة القدم أكثر استهلاكاً للأكسجين من غيرهم، مما يعني أن كفاءة الجري تكون لديهم أقل.

ملحوظة

معظم المعلومات في هذا الموضوع مشتقة من الفصل الخامس والعشرين من كتاب للمؤلف بعنوان " فسيولوجيا الجهد البدني: الأسس النظرية والإجراءات المعملية للقياسات والاختبارات الفسيولوجية. إصدارات جامعة الملك سعود، ٢٠٠٩م.

المراجع

المراجع العربية

(١) الغامدي، عبدالله، وهزاع الهزاع. استهلاك الأكسجين والطاقة المصروفة لدى الأطفال البدناء وغير البدناء أثناء المشي على السير المتحرك مع حمل أثقال. *المجلة العربية للغذاء والتغذية*، ٢٠٠٣م، ٤(٨): ٢٤٧-٢٦٧.

(٢) الهزاع، هزاع محمد. *فسيولوجيا الجهد البدني لدى الأطفال والناشئين*. الرياض: الإتحاد السعودي للطب الرياضي، ١٤١٧هـ.

(٣) الهزاع، هزاع محمد. *فسيولوجيا الجهد البدني: الأسس النظرية والإجراءات المعملية للقياسات الفسيولوجية*. الرياض: جامعة الملك سعود، ١٤٣٠هـ.

المراجع الإنجليزية

(٤) Al-Hazzaa H, Al-Ghamidi A. Energy expenditure of obese and lean boys at maximal heart rate reserve cut-points. *Proceedings the 6th Annual Congress of European College of Sports Sciences*, Cologne, Germany, July 2001.

(٥) Al-Hazzaa H, Al-Refaee S, Sulaiman M, et al. Energy demand and fluid loss during youth soccer. In: *Science and Football*, O'Hata N. (ed.), Tokyo: Japan, Asian Football Confederation, 1995: 310-325.

(٦) Astrand P, Rodahl K. *Textbook of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill Company, 1977.

(٧) Cavanagh P, Kram R. The efficiency of human movement- a statement of the problem. *Med Sci Sports Exerc* 1985; 17: 304-308.

(٨) Conley D, Krahenbuhl G. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1980; 12: 357- 360.

(٩) Cooke C, McDonagh M, Nevill A, Davies C. Effects of load on oxygen intake in trained boys and men during treadmill running. *J Appl Physiol* 1991; 71: 1237-1244.

(١٠) Costill D. *Inside Running: Basic of Sports Physiology*. Indianapolis, Benchmark Press, Inc., 1986.

(١١) Costill D, Fox E. Energetic of marathon running. *Med Sci Sports Exerc* 1969; 1: 81-86.

(١٢) Dawson T, Taylor C. Energetic cost of locomotion in Kangaroos. *Nature* 1973; 246: 313-314.

(١٣) Ebbeling C, Hamill J, Fredson P, Rowland T, An examination of efficiency during walking in children and adults. *Pediatr Exerc* Sci 1992; 4: 36-49.

(١٤) Eston R, Reilly T (Eds.). *Kinanthropometry and Exercise Physiology laboratory Manual*. London: Routledge, 2001.

obeikandl.com

(١٥) Fox E, Bowers R, Foss M. *The Physiological basis of Physical education and Athletics*. Philadelphia: Saunders College Publishing, 1988.
(١٦) Gore C. (Ed.): *Physiological Tests for Elite Athletes*. Australian Sports Commission. Champaign, Il: Human Kinetics, 2000.
(١٧) Houston M. *Biochemistry Primer for Exercise Science*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2006.
(١٨) Kenney L. Heat flux and storage in hot environment. *Int J Sports Med* 1998 (suppl 2); 19: s92-s95.
(١٩) Lupton H. Analysis of effects of speed on mechanical efficiency of human movement. J Physiol 1923; 56: 337 (As quoted from Fox, Bowers & Foss, 1988).
(٢٠) Margaria R, Cerretelli P, Aghemo P, Sassi G. Energy cost of running. *J Appl Physiol* 1963; 18: 367-370.
(٢١) Marsh A, Martin P. Effect of cycling experience, aerobic power, and power output on preferred and most economical cycling cadences. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: 1225-1232.
(٢٢) Maud P, Foster C. (Eds.) *Physiological Assessment of Human Fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 1995.
(٢٣) Maud P, Foster C. (Eds.) *Physiological Assessment of Human Fitness*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2006.
(٢٤) McArdle W, Katch F, Katch V. *Exercise Physiology*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991.
(٢٥) Montoye H, Kemper H, Saris W, Washburn R. (Eds.) *Measuring Physical Activity and Energy Expenditure*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 1996.
(٢٦) Rowland T. *Developmental Exercise Physiology*. Champaign (IL): Human Kinetics, 1996.
(٢٧) Rowland T, Auchinachie J, keenan T, Green G. Physiological responses to treadmill running in adult and prepubertal males. *In J Sports Med* 1987; 8: 292-297.
(٢٨) Williford H, Olson M, Gauger S, Duey W, Blessing D. Cardiovascular and metabolic costs of forward, backward, and lateral motion. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 1419-1423.
(٢٩) Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*. Campaign, IL: Human Kinetics, 1994.

obeikandl.com

الكافين والأداء البدني

مقدمة

يُعد استخدام الكافين (Caffeine) بغرض رفع الأداء البدني شائعاً بين الرياضيين منذ زمن ليس بالقصير، فلقد عرف الرياضيون عموماً ورياضيو ألعاب القدرة (القوة والسرعة) على وجه الخصوص ما لمادة الكافين من أثر منبه للجهاز العصبي المركزي، الأمر الذي حدا باللجنة الأولمبية الدولية منذ أكثر من ثلاثة عقود من الزمن بوضع الكافين ضمن المنشطات المحظور تعاطيها دولياً من قبل الرياضيين في المنافسات الرياضية، إلا أنه سرعان ما اتضح بعد ذلك عدم وجود دلائل علمية تدعم التأثير المزعوم للكافين كمنشط في المنافسات الرياضية التي تتطلب قدرة عضلية، مما جعل اللجنة الأولمبية الدولية ترفع ذلك الحظر لاحقاً.

ومن الناحية التاريخية، فقد بدأ الاهتمام بموضوع الكافين ودوره في الأداء البدني يأخذ شكلاً آخر في أواخر السبعينيات الميلادية، خاصة بعد نشر عدة دراسات علمية من قبل العالم الفسيولوجي الدكتور ديفد كوستل ومجموعة من زملاءه في جامعة بول الحكومية (Ball State University) بولاية إنديانا الأمريكية تتعلق بالتأثير الإيجابي لاستعمال الكافين في تحسين الأداء البدني التحملي، حيث اتضح أن تناول كمية كافية من القهوة (التي تحتوي على الكافين) قبل القيام بجهد بدني تحملي على دراجة الجهد قد أدى إلى تحسين مستوى الأداء بشكل ملحوظ (تحسن زمن الأداء حتى التعب بمعدل ٢١ دقيقة عندما قاموا بجهد بدني على دراجة الجهد عند شدة تعادل حوالي ٨٠٪ من مستوى الاستهلاك الأقصى للأكسجين).

ولقد قادت تلك النتائج فيما بعد إلى إعادة حظر الكافين مرة أخرى من قبل اللجنة الأولمبية الدولية، غير أن هذا الحظر كان في حدود معينة، حيث تم تحديد تركيزاً معيناً في البول مسموحاً به لا يتجاوز ١٢ ميكرو جرام لكل ملليلتر. واستمر هذا الحظر حتى عام ٢٠٠٤م، حين رأت اللجنة الأولمبية برفع الحظر عن الكافين كمنشط ممنوع تناوله. وعلى الرغم من أن الكافين ليس حالياً ضمن قائمة المواد الممنوعة في المنافسات الرياضية طبقاً لقائمة المواد الممنوعة التي أصدرتها الوكالة الدولية لمكافحة المنشطات في عامي ٢٠٠٧م، ٢٠٠٨م، إلا أنه موضوع تحت المراقبة.

على أنه يجدر الإشارة إلى أن تجاوز هذه الكمية المسموح بها لمستوى الكافين في البول يتطلب تناول كمية كبيرة من المواد المحتوية على الكافين، ومن الواضح أن استهلاك كمية من القهوة أو الشاي أو المشروبات المحتوية على الكافين ضمن الحدود الاعتيادية للفرد (٤–٦ أكواب من الشاي أو ٣–٤ أكواب من القهوة في اليوم على سبيل المثال) لا يؤدي إلى ارتفاع تركيز الكافين في البول إلى مستو محظور.

ويوضح الجدولان رقما (١) و(٢) على سبيل الاسترشاد محتوى بعض المشروبات من الكافين، وكذلك الجرعات المتناولة من الكافين وما يقابلها من تركيز في البول. والجدير بالذكر أن الكثير من الحبوب المسكنة للألم التي تباع في الصيدليات بدون وصفة طبية تحتوي على كمية من الكافين.

الجدول رقم (١). محتوى بعض المشروبات من الكافين.

المادة	محتواها من الكافين (مجم)
قهوة أمريكية (كوب)	١١٠–١٥٠
قهوة جاهزة (كوب)	٤٠–١٠٨
قهوة منزوعة الكافين (كوب)	٢–٥
شاي (غليان لمدة دقيقة)	٩–٣٣
شاي (غليان لمدة ٣ دقائق)	٢٠–٤٦
شاي (غليان لمدة ٥ دقائق)	٢٠–٥٠
كوكا كولا (علبة)	٤٦
بيبسي كولا (علبة)	٣٨

المصدر: The Physi & Sportsmed, 1985, 13 (5): 191-193

الجدول رقم (٢). الجرعات المتناولة من الكافين وما يقابلها من تركيز في البول بعد ٢–٣ ساعات من تناولها.

المادة	مقدار الكافين (مجم)	تركيز الكافين (ميكروجرام/ مليلتر)
قهوة (كوب)	٢٠٠	١,٥
قهوة منزوعة الكافين (كوب)	٢–٣	٠,٠٣–٠,٠٤
كوكا كولا (علبة)	٤٥–٤٧	٠,٧٠
بيبسي كولا (علبة)	٣٢–٤٠	٠,٥٠ – ٠,٦٠

المصدر: The Physi & Sportsmed, 1985, 13 (5): 191-193

ومن المستحسن قبل التطرق إلى تأثير الكافين على الأداء البدني الإشارة إلى أن الكافين ينتمي إلى مجموعة كيميائية تعرف بميثايل زانثين (**Methylxanthines**)، التي توجد في أكثر من ٦٠ نوعاً من النباتات، أكثرها شهرة

نباتات القهوة، والكاكاو، والكولا، وأوراق الشاي. بل أن الكافين أصبح حالياً موجود في الكثير من مشروبات الطاقة والمشروبات الغازية التي يتناولها الرياضي وغير الرياضي على حد سواء.

ومن المعروف أن الكافين سهل الامتصاص بعد هضمه، حيث يصل أعلى تركيز له في الدم خلال ٣٠ دقيقة من تناوله. ونظراً لأن الكافين يصبح بعد امتصاصه جزء من سوائل الجسم فإن أكبر كمية منه توجد في العضلات. ومن المعلوم أيضاً أن قدرة الجسم على التخلص من الكافين تعتمد على عدة عوامل منها العمر، والوزن، ونوع الجنس، والتأثير الهرموني.

هذا ويقود تناول الكافين إلى الشعور باليقظة والانتباه وتحسين المزاج وتقليل زمن رد الفعل، نظراً لتأثيره المنبه على الجهاز العصبي المركزي، على أن الإكثار من تناول الكافين (١٠ أكواب فأكثر من القهوة في اليوم، أو حوالي ١٠٠٠ مجم من الكافين) يؤدي إلى زيادة التوتر والقلق والشعور بالصداع وحدوث خفقان للقلب وكثرة التشنج العضلي وزيادة إدرار البول من جراء تثبيطه لعملية إعادة امتصاص الصوديوم والماء من قبل الكليتين. وتشير نتائج دراسة نشرت حديثاً في عام ٢٠٠٧م إلى أن استخدام الكافين يزيد من حدوث التلف العضلي الناجم عن الجهد البدني العنيف.

وفيما يتعلق بالكافين والأداء البدني، تشير نتائج البحوث الحديثة إلى أن تناول الكافين لا يؤدي إلى تحسين مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين بحد ذاته، لكنه يساعد الرياضي على التدريب عند نسبة من استهلاكه الأقصى للأكسجين أعلى من المعتاد، كما أن الكافين قد يساعد على استمرار الرياضي في مواصلة الجهد البدني لفترة أطول، مما ينعكس في النهاية على تحسين أداءه البدني.

وتبين لنا نتائج البحوث إلى أن استخدام حبوب الكافين أكثر فعالية في تحسين الأداء البدني من تناول القهوة أو الشاي، على أن التحسن في الأداء البدني نتيجة تناول الكافين لا يزداد كلما ازدادت جرعة الكافين فوق حدود معينة، ففي إحدى البحوث تحسن أداء الرياضيين عندما تناولوا مقداراً من الكافين يقدر بحوالي ٥ ملجم، غير أن زيادة هذه الكمية إلى ٩ ملجم، أو ١٣ ملجم لكل كجم من وزن الجسم لم يساهم في أي تحسن إضافي في الأداء البدني أكثر مما حدث من جراء جرعة ٥ ملجم لكل كجم من وزن الجسم.

وفي دراسة أخرى تبين من نتائجها أن تناول ٣ ملجم لكل كجم من وزن الجسم من الكافين قد أدى إلى تحسن زمن الأداء في اختبار الجري لمسافة ٨ كم. أما الأداء البدني لفترات قصيرة، فلا يبدو أن هناك تأثير ايجابي ملحوظ للكافين على الأداء البدني، حيث أوضحت إحدى الدراسات أنه لا يوجد تأثير ملحوظ على الزمن اللازم للقيام بجري مسافة ٢٠ متر لعشر مرات متتالية بأقصى سرعة من قبل مجموعة من الرياضيين الذين تناولوا الكافين قبل ٦٠ دقيقة من إجراء الاختبار.

كيف يمكن للكافين من تحسين الأداء البدني؟

ينبغي التنويه أولاً إلى أن الدراسات الأولية التي أشرنا إليها في المقدمة والتي قام بها الدكتور كوستيل، حول تأثير الكافين على الأداء البدني التحملي أعقبها دراسات عدة أخرى، بعضها أكَد ما توصل إليه الدكتور كوستيل من أن للكافين تأثير إيجابي في تحسين الأداء البدني التحملي، والبعض الآخر لم يجد أي تأثير ملموس لتناول الكافين على الأداء البدني، مما يجعل الاعتقاد السائد بأن الكافين يساعد على تحسين الأداء البدني أمراً غير قاطع الدلالة. لكن في حالة وجود تأثير إيجابي للكافين على الأداء البدني التحملي، **ما هي الآلية التي يمكن أن يُعزى لها ذلك التحسن في الأداء البدني التحملي؟**

يعتقد أن الآلية الأساسية تكمن في أن الكافين يؤدي إلى تنشيط عملية تجهيز (**Mobilization**) الأحماض الدهنية الحرة (**Free Fatty Acids**) من الأنسجة الشحمية، مما يجعلها أكثر توفراً في الدم، الأمر الذي يجعل الجسم يزيد من استخدامها (**Utilization**) كوقود، وبالتالي ينخفض الاعتماد على جليكوجين العضلات كمصدر وقود للانقباض العضلي، مما يقلل في النهاية من سرعة استنفاد الجليكوجين من العضلات.

ويجدر التنويه هنا أن الدراسات السابقة التي أشارت إلى أن الكافين يقلل من سرعة استنفاد الجليكوجين في العضلات من خلال الاعتماد بصورة أكبر على الأحماض الدهنية الحرة كوقود للعضلات لم يتم فيها قياس مستوى الجليكوجين في العضلات، وبالتالي القطع بشكل مؤكد بتأثير الكافين على توفير استخدام جليكوجين العضلات أثناء السباق التحملي. غير أنه من الناحية النظرية فإن زيادة تركيز الأحماض الدهنية في الدم يؤدي إلى زيادة احتمالات استخدامها كوقود من قبل العضلات العاملة أثناء الجهد البدني التحملي، مما يقود في النهاية إلى خفض استخدام جليكوجين العضلات وبالتالي توفير استعماله كوقود لفترة أطول خلال السباق طويل الأمد، خاصة في نهاية السباق عندما تزداد شدة الجهد البدني وتصبح عملية استخدام الجليكوجين آنذاك أكثر اقتصادية من استخدام الدهون. وعلى الرغم مما سبق من قول لا يعتقد بعض العلماء أن هناك أدلة علمية دامغة تؤكد بأن الكافين يؤدي إلى تأخير استخدام جليكوجين العضلات.

ومن المعلوم أن الكافين يؤدي إلى زيادة تحلل الأحماض الدهنية الحرة من الأنسجة الشحمية من خلال عمل آلية أو أكثر من الآليات التالية:

- زيادة مستوى تركيز مادة سكليك أدينوسين أحادي الفوسفات (**Cyclic AMP**) في الخلايا عن طريق تثبيط إنزيم فوسفوديستريز، مما يؤدي في النهاية على زيادة تحلل الدهون وتوافر الأحماض الدهنية في الدم.
- تنشيط إفراز هرمون الإبينيفرين، الذي له دور مؤثر في عملية تجهيز الأحماض الدهنية.
- عن طريق حصار مستقبلات الأدينوسين في أغشية الخلايا الشحمية، مما يمنع الأثر المثبط للأدينوسين على عملية تحلل الدهون.

المراجع

المراجع الإنجليزية

(١) Armstrong L, Casa D, Maresh C, Ganio M. Caffeine, fluid-electrolyte balance, temperature regulation, and exercise-heat tolerance. *Exerc Sport Sci Rev* 2007; 35:135-140.

(٢) Bassini-Cameron A, Sweet E, Bottino A, Bittar C, Veiga C, Cameron LC. Effect of caffeine supplementation on haematological and biochemical variables in elite soccer players under physical stress conditions. *Br J Sports Med* 2007; 41:523-530.

(٣) Bridge C, Jones M. The effect of caffeine ingestion on 8 km run performance in a field setting. *J Sports Sci* 2006; 24:433-9.

(٤) Costill D, Dalsky G, Fink W. Effects of caffeine ingestion on metabolism and exercise performance. *Med Sci Sports* 1978; 10: 155-158.

(٥) Crowe M, Leicht A, Spinks W. Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2006; 16: 528-544.

(٦) Graham T. Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. *Sports Med* 2001; 31: 785-807.

(٧) Graham T, Spriet L. Metabolic, catecholamine, and exercise performance responses to various doses of caffeine. *J Appl Physiol* 1995; 78: 867-874.

(٨) Graham T, Spriet L. Performance and metabolic responses to a high caffeine dose during prolonged exercise. *J Appl Physiol* 1991; 71: 2292-2298.

(٩) Greer F, Morales J, Coles M. Wingate performance and surface EMG frequency variables are not affected by caffeine ingestion. *Appl Physiol Nutr Metab* 2006; 31:597-603.

(١٠) Ivy J, Costill D, Fink W, Lower R. Influence of caffeine and carbohydrate feedings on endurance performance. *Med Sci Sports Exerc* 1979; 11: 6-11.

(١١) Laurent D, Schneider K, Prusaczyk W, Franklin C, Vogel S, Krssak M, Petesen K, Goforth H, Shulman G. effects of caffeine on muscle glycogen utilization and the neuroendocrine axis during exercise. *J Clin Endocriol Metab* 2000; 85: 2170-2175.

(١٢) Passman W, van Baak M, Jeukendrup A, De Haan A. The effect of different doses of caffeine on endurance performance time. *Int J Sports Med* 1995; 16: 225-230.

(١٣) Paton CD, Hopkins WG, Vollebregt L. Little effect of caffeine ingestion on repeated sprints in team-sport athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2001; 33:822-825.

(١٤) Wiles J, Coleman D, Tegerdine M, Swaine I. The effects of caffeine ingestion on performance time, speed and power during a laboratory-based 1 km cycling time-trial. *J Sport Sci* 2006; 24: 1165-1171.

obeikandl.com

الفصل الخامس والثلاثون

النشاط البدني والتهابات الجهاز التنفسي العلوي

مقدمة

تشير نتائج البحوث العلمية إلى أن معدلات الإصابة بالتهابات الجهاز التنفسي العلوي (الشعب الهوائية والحلق) لدى الممارسين للنشاط البدني أقل حدوثاً مما هي لدى غير الممارسين. ويعزى ذلك إلى حد كبير للتأثير الإيجابي الناجم عن ممارسة النشاط البدني المعتدل الشدة على هرمونات الإجهاد (الإبينيفرين والكورتيزول) في الجسم، حيث من المعروف أن ممارسة النشاط البدني بانتظام تقود إلى انخفاض تركيز هذه الهرمونات على المدى الطويل، مما يعزز الجهاز المناعي في الجسم وبالتالي يقلل من فرصة الإصابة بالالتهابات التنفسية.

وعلى النقيض من ممارسة النشاط البدني المعتدل الشدة، فإن التدريبات البدنية الشاقة التي يمارسها العديد من الرياضيين، مثل رياضيي الماراثون ورياضيي ما فوق الماراثون، تؤدي إلى إضعاف مناعة الجسم وبالتالي قدرته على مجابهة الالتهابات الفيروسية، مما يجعله أكثر عرضة للإصابة بالزكام والتهابات الحلق والجهاز التنفسي.

وتشير نتائج البحوث التي أجريت لمعرفة تأثير جري مسافة الماراثون على الجهاز المناعي في الجسم، إلى انخفاض ملحوظ في الوظائف المناعية في الجسم من جراء المشاركة في سباق شاق كالماراثون، كما وأن هذا الانخفاض يستمر بعد انتهاء السباق لمدة تصل إلى حوالي ١٠ ساعات على الأقل.

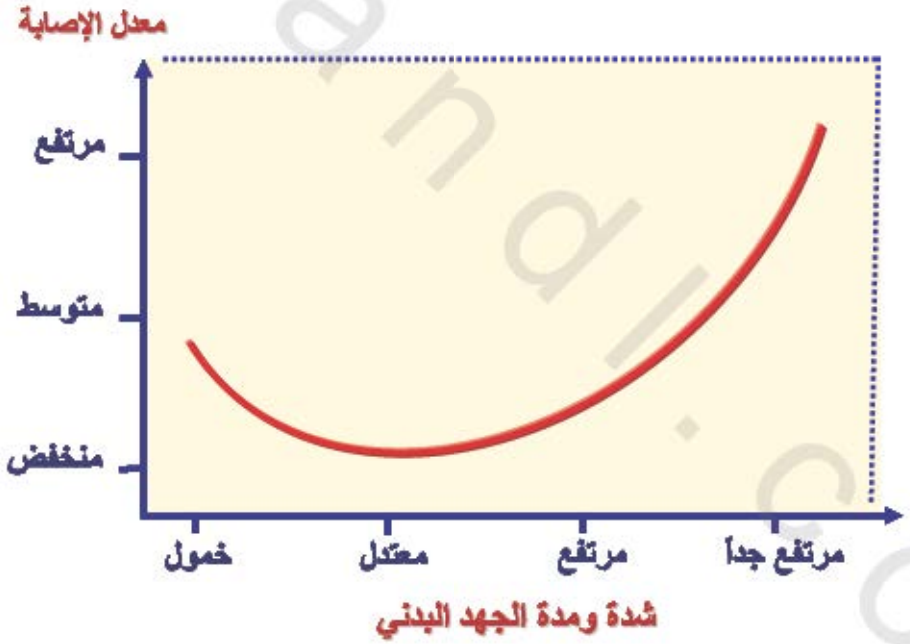
إن الاعتقاد السائد هو أن هذا الانخفاض في وظائف الجهاز المناعي في الجسم يكون بشكل رئيسي ناجماً عن تأثير هرمونات الإجهاد، التي ترتفع معدلاتها من جراء سباق الماراثون أو من إجراء تدريب بدني عنيف. ويؤكد نتائج البحوث المشار إليها، شهادات يدلي بها العديد من رياضيي النخبة الدوليين الذين يمارسون تدريبات بدنية شاقة في شدتها وطويلة في مدتها، حيث يشيرون إلى كثرة مرات إصابتهم بالزكام والأنفلونزا والتهابات الحلق والصدر حتى في غير مواسم الشتاء.

ويُعتقد البعض أن سبب تعرض الرياضي للإصابة بالعدوى في جهازه التنفسي أثناء فترات فرط التدريب هو انخفاض مستوى الجلوتامين في بلازما الدم، والمعروف أن الجلوتامين هو حمض أميني يتم تصنيعه من هدم بعض

الأحماض الأمينية الأخرى. ويوفر الجلوتامين حوالي ٣٥٪ من الطاقة التي تستخدمها الخلايا الليمفاوية (الليمفوسايت)، وعليه فإن انخفاض مستوى الجلوتامين يقود إلى تثبيط الجهاز المناعي في الجسم، وبالتالي إلى زيادة احتمالات الإصابة بالعدوى بشكل متكرر.

إذاً يتضح لنا أن ممارسة قدراً معتدلاً من النشاط البدني تؤدي إلى تنشيط الجهاز المناعي لدى الشخص مقارنة بالشخص الخامل، غير أن ممارسة التدريبات البدنية الشاقة كما هو الأمر لدى رياضيي الماراثون يؤدي إلى تثبيط جهاز المناعة في الجسم، مما يجعل الرياضي معرض أكثر لالتهابات الجهاز التنفسي العلوي.

ويوضح الشكل البياني رقم (١) أدناه العلاقة بين مقدار حجم التدريب البدني ومعدل الإصابة بعدوى في الجهاز التنفسي العلوي، حيث يظهر بوضوح أن الانتقال من الخمول البدني إلى ممارسة النشاط البدني المعتدل الشدة يؤدي إلى تعزيز جهاز المناعة في الجسم وبالتالي خفض معدلات الإصابة بالتهابات الجهاز التنفسي العلوي، لكن زيادة حجم التدريب البدني تقود إلى زيادة فرصة الإصابة بالتهابات الجهاز التنفسي العلوي.



الشكل البياني رقم (١). يوضح العلاقة بين احتمالات الإصابة بالتهابات الجهاز التنفسي العلوي وحجم التدريب البدني الذي يمارسه الشخص.

عندما يشعر الرياضي أنه مريض: هل ينبغي عليه أن يتجنب تدريباته الاعتيادية؟

ليس من المستبعد أن يصبح الرياضي في أحد الأيام وقد وجد نفسه مصاباً بالتهاب في الحلق أو بأعراض رشح أو احتقان في الصدر أو ما شابه ذلك من أعراض، فهل عليه في هذه الحال أن يمارس تدريباته اليومية كالعادة

بغض النظر عن حالته الصحية ؟ أم عليه أن يلغي التدريب البدني في ذلك اليوم ؟ ثم يستأنف تدريباته الاعتيادية متى شعر بالتحسن بعد يوم أو يومين أو عدة أيام.

للإجابة على السؤالين السابقين ينبغي أن ندرك أولاً أن العدوى الفيروسية أو البكتيرية التي تصيب الجسم تؤدي بصفة عامة إلى تدني القوة العضلية ومستوى الأداء البدني للشخص المصاب. كما أن الرياضي أو الممارس للنشاط البدني لن يكون على علم تام بأن هذا الالتهاب ما هو إلا التهاباً بسيطاً ليس له تأثير على قدرته على التدريب البدني، أم أن ما أصابه من عدوى قد يكون أمراً أشد خطورة مما يبدو عليه، وقد يكون بداية لالتهاب رئوي أو التهاب في غشاء عضلة القلب، مما يعني أن إجراء أي تدريبات بدنية عنيفة في تلك الحالة قد تقود إلى مضاعفات غير مأمونة. لذا ينصح المختصون الرياضي أن يتخذ جانب الحذر والحيطة، وبالتالي فعليه أخذ فترة من الراحة لمدة يوم أو أكثر حتى يشفى من ذلك الالتهاب، ومن ثم يمكنه أن يعاود مزاولة التدريبات البدنية.

أمر آخر ينبغي أن ندركه أيضاً، وهو أن مزاولة اللاعب التدريب مع فريقه (في حالة الألعاب الجماعية) تعني احتمال انتقال العدوى إلى زملائه غير المصابين أصلاً، وبذلك يكون قد ساهم في تفشي العدوى بين أفراد الفريق، مما يجعل الفريق في حالة إصابة لاعبين آخرين من أفراده بالعدوى يخسر مشاركة أكثر من لاعب بسبب المرض. وفي هذا الصدد، لا بد من التنبيه دوماً على لاعبي الفرق الجماعية بعدم شرب الماء (أو السوائل الأخرى) بالفم من زجاجة واحدة، كما نشاهده لدى بعض أفراد الفرق الرياضية، لأن ذلك يساهم في انتشار العدوى فيما بينهم بشكل ملحوظ.

ولكن ماذا على الرياضي الذي لا يود أن يفقد يوماً واحداً من التدريب البدني أن يفعل ؟ خاصة عندما يكون خاضعاً لجدول زمني محدد ضمن استعداده لمسابقة مهمة، ثم كيف له أن يعرف فيما إذا كانت الإصابة التي ألمت به بسيطة أم أن لها مضاعفات وخيمة ؟

إن القاعدة العامة تقول: أنه إذا كان لا بد له من ممارسة التدريبات البدنية المعتادة، فينبغي عليه أولاً أن ينظر هل الالتهاب الذي أصابه هو التهاب بسيط في الحلق أو رشح عادي، لا يصاحبهما ارتفاع في درجة حرارة الجسم، ولا إنهاك أو خمول في الجسم! إذا كان الأمر كذلك، فيمكنه أن يجرب ممارسة التدريب البدني بشدة منخفضة لبعض الوقت (١٠–١٥ دقيقة)، فإن شعر أن حالته تزداد سوء، فعليه التوقف، وأخذ قسط كاف من الراحة ليوم أو أكثر حتى تتحسن حالته.

أما إذا رأى أن حالته بعد الدقائق العشر الأولى جيدة وأنه قادراً على التدريب بدون مشقة تذكر، فيمكنه الاستمرار في مزاولة التدريب. وفي كل الأحوال، إذا كان لدى الرياضي كحة أو احتقان في الصدر (في الشعب الهوائية) أو درجة حرارة جسمه مرتفعة أو لديه قيئ أو مصاب بإسهال، فمن الحكمة عدم ممارسة تدريباته البدنية في ذلك اليوم، وأخذ راحة لمدة كافية حتى تتحسن حالته الصحية.

ولا بد للرياضي من أن يتذكر أنه بعد شفاءه من المرض، ينبغي عليه أن يعاود التدريبات البدنية بشدة منخفضة في البدء ثم يزيد من شدتها ومدتها بالتدريج، ويمكنه الاسترشاد بالقاعدة العامة التي تقول أن على الرياضي أن يمارس التدريب البدني بشدة منخفضة لمدة يومين عن كل يوم أنقطع فيه عن التدريب بسبب المرض.

ومن الجدير بالإشارة هنا أن حالات فرط التدريب قد تحدث بسبب استعجال اللاعب في العودة إلى تدريباته قبل أن يأخذ فترة كافية من الراحة بعد إصابته بالمرض، أو قد تحدث أيضاً في حال عدم وجود توازن بين فترات الراحة وفترات التدريبات البدنية العنيفة، أي عدم الأخذ بمبدأ التدرج في شدة التدريب البدني ومدته وتكراره الأسبوعي وكذلك إهمال مبدأ الراحة البينية (للمزيد حول فرط التدريب يمكن النظر إلى الموضوع رقم ٢٤ في هذا الكتاب).

المراجع

المراجع الإنجليزية

(١) Brenner I, Shek P, Shephard S. Infection in athletes. *Sports Med* 1994; 17: 86-107.

(٢) Budget R. Overtraining syndrome. *Br J Sports Med* 1990, 24: 231-236.

(٣) Eichner E R. Infection, immunity and exercise. *Phys Sportsmed* 1993; 21 (1): 125-135.

(٤) Keast D, Cameron K, Morton A. Exercise and immune response. *Sports Med* 1998; 5: 248-267.

(٥) Liesen H. Sports and the immune system. *Int J Sports Med* (suppl 1) 1991; 12: s1-s68.

(٦) Nieman D. Is infection risk linked to exercise workload? *Med Sci Sports Exerc* (suppl) 2000; 32: s406-s411.

(٧) Pedersen B, Nieman D, Liesen H. (Eds). Exercise and imminity: practical application. *Int J Sports Med* (suppl 1) 1997; 18: s1-s118.

(٨) Thornton J. Common concerns about the common cold. *Phys Sportsmed* 1990; 18 (6): 120-126.

(٩) Shephard R, Shek P. Exercise, immunity and susceptibility to infection. *Phys Sportsmed* 1999; 27 (6): 47-71.

(١٠) Simon H B. Exercise and infection. *Phys Sportsmed* 1987; 15 (10): 134-141.

(١١) Weidner T, Cranston T, Schurr T, Kaminsky L. The effect of exercise training on the severity and duration of viral upper respiratory illness. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 1578-1583.

obeikandl.com

الأساس الفسيولوجي للإحماء

مقدمة

من المشاهدة المألوفة رؤية الرياضيين وهم يقومون ببعض التمرينات الخاصة بالإحماء (Warm-Up) بغرض الاستعداد لتدريب أو مسابقة. ومن الملاحظ كذلك أن الكثير من الرياضيين لا يدركون بالكامل مدى فعالية أو عدم فعالية إجراءات الإحماء هذه في رفع مستوى الأداء البدني، فما هي يا ترى الأسس الفسيولوجية التي يستند عليها مفهوم عملية الإحماء؟

يمكن تعريف الإحماء على أنه القيام بنشاط بدني تدريجي بغرض تهيئة الجسم فسيولوجياً للجهد البدني، خاصة العنيف، والاعتقاد السائد هو أن تأثير الإحماء يكون بصفة رئيسية من خلال آليتين (Mechanism)، هما:

١- الارتفاع في درجة حرارة الجسم والعضلات العاملة.

٢- التهيئة القلبية- التنفسية (Cardio-respiratory adjustment).

أثر ارتفاع درجة حرارة الجسم والعضلات العاملة

يتجسد الأثر الايجابي لارتفاع درجة حرارة الجسم والعضلات العاملة في أن الكثير من العمليات الحيوية في الجسم تتأثر إيجابياً من ارتفاع درجة الحرارة الداخلية، فالملاحظ أن فك ارتباط الأكسجين من الهيموجلوبين يصبح أكثر سرعة وتكاملا عند ارتفاع درجة حرارة الجسم مؤديا إلى تنشيط عمليات الأكسدة الهوائية، بالإضافة إلى ذلك فإن إطلاق الأكسجين من الميوجلوبين (Myoglobin)، والذي يمثل مصدر آخر للأكسجين موجود في العضلات الهيكلية وعضلات القلب، يزداد عند درجات حرارة أعلى، وفوق هذا كله فإن ارتفاع درجة الحرارة على المستوى الخلوي سوف يؤدي إلى تنشيط الكثير من الأنزيمات المهمة مؤديا ذلك إلى زيادة النشاط الكيموحيوي وبالتالي إلى رفع المعدل الأيضي (Metabolic Rate)، مما يساهم في تسهيل عملية توفير الطاقة اللازمة للمجهود البدني بمعدل أسرع.

إن ارتفاع درجة الحرارة كذلك سوف يعمل على سرعة نقل الإشارات العصبية ويزيد من حساسية المستقبلات العصبية، مما يساعد الرياضي على التحرك بسرعة أكبر، ولذا تتضح أهمية الإحماء في الألعاب الرياضية التي تحتاج إلى توافق وسرعة استجابة، مثل كرة السلة، الطائرة، التنس الأرضي، القدم، ... الخ. ويوضح الجدول رقم (١) سرداً تفصيلياً للنتائج الإيجابية المتوقعة من جراء ارتفاع درجة حرارة الجسم والعضلات العاملة على الوظائف الفسيولوجية في الجسم.

الجدول رقم (١). الفوائد الإيجابية الناتجة عن ارتفاع درجة حرارة الجسم والعضلات العاملة من جراء الإحماء.

١ – زيادة فك ارتباط الأكسجين بالهيموجلوبين.
٢ – زيادة معدل إطلاق الأكسجين من الميوجلوبين.
٣ – تنشيط العديد من إنزيمات إنتاج الطاقة.
٤ – زيادة جريان الدم في العضلات.
٥ – يزيد من سرعة نقل الإشارات العصبية.
٦ – يزيد من سرعة انقباض العضلة وانبساطها.
٧ – خفض احتمالات الإصابات العضلية (والأوتار والأربطة).

ويجدر بنا أن نشير إلى أن الإحماء الكافي قبل التمرين أو المسابقة قد يساعد في التقليل من احتمال إصابة اللاعب بتمزق (**Tear**) أو شد (**Pull**) لأي من العضلات أو الأوتار العضلية أو الأربطة، على الرغم من عدم وجود تجارب علمية تدعم الاعتقاد السابق بوجود علاقة بين الإحماء ومعدل حدوث الإصابة العضلية (ذلك أنه من الصعب أخلاقياً قيام تجربة علمية لاختبار مدى تأثير الإحماء على التقليل من حدوث الإصابة، لأن تصميم هذه التجربة يتطلب العمل على تعريض اللاعب للإصابة بغرض فحص دور الإحماء في التقليل من حدوث الإصابة أو عدمه)، على أنه يُعتقد من الناحية النظرية أن الإحماء برفعه لدرجة حرارة العضلات والأعضاء العاملة سوف يساعد في مطاطية هذه العضلات والأوتار والأربطة مما يقلل من حدوث التمزق أو الشد العضلي.

كما أن هناك دلائل غير مباشرة تشير إلى أن الإحماء يقوم بخفض اللزوجة العضلية مما يجعل الحركة أكثر سلاسة، ويؤدي إلى خفض نشاط الألياف العضلية من نوع جاما (مما يقود إلى زيادة إمكانية إطالة العضلة)، وكذلك إلى خفض تصلب العضلة (أي تيبسها).

وعلى الرغم مما سبق من قول فإن الدراسات التي راجعت نتائج البحوث حول هذا الموضوع خلصت إلى أنه لا يوجد دليل ملموس يؤكد على تأثير الإحماء على منع حدوث الإصابة لدى الرياضيين الذين يمارسون الرياضة التنافسية أو الترويحية، كما أن الدراسات التي أجريت على الجنود لم تجد أي تأثير لتمرينات المرونة على التقليل من حدوث الإصابة لديهم.

وقد تعود تلك النتائج بشكل جزئي إلى أن هناك العديد من العوامل التي تؤثر على الإصابة والتي يصعب ضبطها عند دراسة تأثير تمرينات المرونة على معدل حدوث الإصابة. وفي هذه الصدد يجب أن نشير إلى أهمية تطبيقية للمفهوم الفسيولوجي المتعلق برفع درجة حرارة العضلات وتأثيرها على مرونة العضلات والأوتار العضلية والأربطة، وهي أنه يُنصح بعمل تمرينات الاستطالة بغرض زيادة المرونة بعد الإحماء العام وليس قبله.

الإحماء والتهيئة القلبية التنفسية

إن أثر الإحماء على التهيئة القلبية- التنفسية يتضح عند معرفة حجم الانتقال في مقادير المتغيرات الفسيولوجية من فترة الراحة إلى فترة المجهود البدني الأقصى، فالمعروف مثلا أن ضربات القلب ترتفع أثناء الجهد البدني الأقصى بمعدل ٢,٥ مرة مقارنة بالراحة، واستهلاك الأكسجين الأقصى يبلغ أكثر من ١٠ أضعاف حجمه وقت الراحة، ونتاج القلب الأقصى (الدم الذي يضخه القلب باللتر في الدقيقة) يرتفع بمعدل قد يتعدى خمسة أضعاف كميته في وقت الراحة.

إذاً فالإحماء يقوم في هذه الحالة كمرحلة انتقالية لتعبئة وحشد الطاقات من قبل أجهزة الجسم، وخاصة الأجهزة المسئولة عن نقل الأكسجين، استعدادا للأداء البدني العنيف، وبالإضافة إلى ذلك فقد وُجد أن فترة الإحماء هذه تؤدي إلى انخفاض مقدار المقاومة الرئوية الكلية، مما يؤدي إلى زيادة تدفق الدم في الرئتين وبالتالي سرعة نقل الأكسجين عن طريق الجهاز القلبي الوعائي إلى العضلات والأعضاء العاملة.

أخيراً هناك سبب آخر يعطي أهمية كبيرة للإحماء وخاصة في المسابقات التي تتطلب مجهود بدني عنيف في فترة قصيرة، كسباقات المسافات القصيرة والمتوسطة والعديد من الألعاب الفردية والجماعية، هذه الأهمية بدت واضحة للعيان من جراء التجربة التي قام بها الدكتور برنارد وزملاؤه في جامعة كاليفورنيا في لوس انجلوس حيث وجدوا أن أداء مجهود بدني عنيف على السير المتحرك لمدة ١٠-١٥ ثانية بدون إحماء أظهر تغيرات غير إيجابية في رسم القلب تشير إلى ما يشبه نقص التروية (Ischemia) —أي نقص في تدفق الدم إلى شرايين عضلة القلب – هذه التغيرات سرعان ما تختفي عندما يسبق الاختبار فترة من الإحماء. كل هذا يشير إلى أهمية الإحماء في تهيئة أجهزة الجسم الخاصة بنقل الأكسجين (الجهاز القلبي الوعائي في هذه الحالة) في الرياضات التي تتطلب القيام بمجهود بدني عنيف في فترة أو فترات قصيرة.

نوع الإحماء ومدته ودرجة الشدة

يمكن القيام بعملية الإحماء ومن ثم رفع درجة حرارة الجسم بطريقتين إحداهما تسمى بالإحماء النشط (Active Warm-up) ويتم من خلالها القيام بنشاط حركي كالجري والهرولة، أو القيام بأداء التمرينات السويدية، التي يكون الغرض منها رفع درجة حرارة الجسم وتهيئة أجهزته الحيوية للتدريب أو المسابقة.

أما الطريقة الأخرى والتي تسمى بالإحماء غير النشط (Passive Warm-up) فيتم فيها استخدام وسائل خارجية لرفع حرارة الجسم كاستعمال الماء الساخن (عن طريق دوش ساخن أو مغاطس حارة) أو استعمال المناشف و الكمادات الموضعية الساخنة، وعلى الرغم من نجاح هذه الطريقة (الإحماء غير النشط) في رفع درجة حرارة الجسم أو حرارة العضو العامل فإنه لا يتم من خلالها تهيئة الرياضي لجو التدريب أو المسابقة، أو محاكاة الانقباض العضلي المتحرك الذي يكون محور الحركات في الكثير من الألعاب الرياضية، لهذا فقد تكون الطريقة الثانية أقل فعالية من الطريقة الأولى في خدمة الأهداف الحقيقية لتمرينات الإحماء.

أما مدة وشدة الإحماء فيجب أن تكون كافية للحصول على الفوائد المذكورة، لكن لا ينبغي أن تكون طويلة لئلا تؤدي إلى الإنهاك والتعب قبل بدء المسابقة. على أن الوقت المحدد واللازم لغرض الإحماء يعتمد بدرجة كبيرة على نوعية الرياضة التي يزاولها الرياضي من حيث البساطة والتعقيد والشدة والزمن، فمثلاً: وُجد في إحدى التجارب العلمية أن الأداء في سباق العدو القصير يتحسن تدريجيا كلما ازداد الوقت المخصص للإحماء حتى حوالي ٢٠-٢٥ دقيقة، حيث كانت هناك علاقة طردية بين مدة الإحماء ودرجة حرارة العضلات العاملة ومن ثم مستوى الأداء البدني.

فالأداء البدني ارتفع مع زيادة الوقت المخصص للإحماء حتى درجة معينة من الإحماء بعدها لا يمكن أن يتحسن الأداء من جراء زيادة وقت الإحماء. وتشير التوصيات العلمية إلى أن ارتفاع درجة حرارة الجسم ما بين ١-٢ درجة مئوية يبدو كافيا كمؤشر للإحماء، ويستطيع اللاعب معرفة مدى كفاية الإحماء بصفة عامة عن طريق حدوث قدر كافي من التعرق (غير الغزير) من جراء عملية الإحماء كمؤشر غير مباشر على مدى ارتفاع درجة الحرارة وخاصة في الأجواء العادية (غير عالية الرطوبة).

خلاصة القول هي أن الإحماء يبدو مفيداً في تهيئة الرياضي أو الممارس للتدريب أو المسابقة، على أن أثر الإحماء في رفع أداء اللاعب يبدو أكثر وضوحا في المسابقات التي تتطلب السرعة والقوة والقدرة المتفجرة (كسباقات العدو القصير وكثير من الألعاب الفردية والجماعية) ويقل أثره في المسابقات التي تتطلب التحمل كالمسافات الطويلة والماراثون.

التهدئة (Cool down)

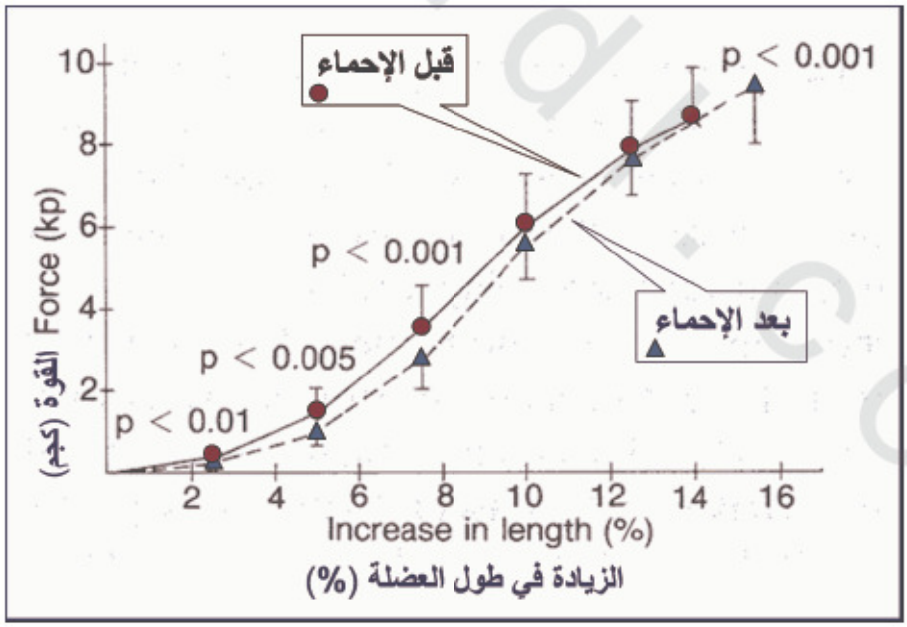
لعل من المفيد أن نذكر هنا أن عملية التهدئة (وهي الاستمرار في أداء التمرين ولكن بشدة أقل وبدرجة تنازلية) تكتسب أهمية لا تقل عن عملية الإحماء وخاصة في مسابقات كالجري والدراجات. أن الغرض من التدرج في تقليل شدة المجهود البدني حتى التوقف التام لهو العمل على الرجوع التدريجي للكثير من الوظائف الحيوية في الجسم كالتنفس وضربات القلب وعودة بعض المنتجات الأيضية (وعلى الأخص حمض اللبنيك (Lactic Acid) الذي يرتفع تركيزه في الدم نتيجة للمجهود البدني العنيف) إلى مستواها قبل بداية الجهد البدني، أي خلال فترة الاسترداد، حيث تسترد الوظائف الحيوية في الجسم مستواها الذي كان قبل بداية الجهد البدني.

وتشير التجارب المعملية التي أجريت بغرض معرفة فعالية الاستمرار في أداء الجهد البدني بعد السباق ولكن بجهد أقل، إلى أن معدل التخلص من حمض اللبنيك في الدم يكون بصورة أسرع في حالة استمرار الرياضي بالقيام بالجهد البدني بشدة منخفضة مقارنة بحالة التوقف المباشر بعد السباق. وتدل البحوث التجريبية كذلك إلى أن أفضل شدة للجهد البدني يتم فيها التخلص من حمض اللبنيك بصورة أسرع هي الاستمرار في أداء التمرين بشدة تتراوح من ٣٥–٤٥٪ من الشدة القصوى للفرد، وتتضح الأهمية التطبيقية لسرعة التخلص من حمض اللبنيك عندما يتطلب الأمر من المتسابق أداء تصفيات متتابعة أو المشاركة في أكثر من مسابقة في وقت قصير مما لا يسمح له بأخذ فترة استرداد كافية.

تأثير الإحماء على المرونة

ينبغي القول أولاً أنه من الضروري توحيد إجراءات قياس المرونة إما بدون إحماء أو بعد الإحماء، والبعض يفضل بدون إحماء، لكن البعض الآخر يفضل إجراء إحماء قبل قياس المرونة بحجة أن ذلك يقي من الإصابة. لكن عند إجراء الإحماء يجب توحيد مدته وشدته ونوعيته وإلا أدى ذلك إلى التأثير على نتائج قياس المرونة.

ومن المعروف أن تمرينات الإحماء تحسّن من نتائج اختبارات المرونة، خاصة إذا تم إجراءها للمفصل المراد قياس مرونته، ويوضح الشكل البياني رقم (١) نتائج تجربة أجريت على الحيوانات لمعرفة تأثير الإحماء على سرعة تمزق العضلة بعد شدّها، ويتبين من النتائج أن الإحماء يجعل العضلة تتحمل قوة ضغط أكبر قبل تمزقها.



الشكل البياني رقم (١). تأثير الإحماء على طول العضلة قبل تمزقها نتيجة تعرضها لقوة، ويظهر أن العضلة قادرة على تحمل قوة ضغط أكبر قبل حدوث التمزق لها بعد الإحماء (المثلث الأزرق) مقارنة بقبل الإحماء (الدائرة الحمراء).

المصدر: Safran, et al, Sports Med, 1989; 8: 249

ومن الجدير بالذكر أن الكلية الأمريكية للطب الرياضي توصي في تعليماتها حول أسس تطوير عناصر اللياقة البدنية المرتبطة بالصحة بضرورة ممارسة تمرينات إطالة العضلات الرئيسية في الجسم بمعدل ٢–٣ مرات في الأسبوع على الأقل، على أن تكون تلك التمرينات من نوع تمرينات الإطالة الساكنة، وأن تتم ممارستها بمعدل ٤ تكرارات مع الإبقاء على وضع الإطالة لمدة من الزمن تتراوح من ١٠–٣٠ ثانية.

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. فسيولوجيا الجهد البدني: الأسس النظرية والإجراءات المعملية للقياسات الفسيولوجية. الرياض: جامعة الملك سعود، ١٤٣٠هـ.

(٢) الهزاع، هزاع محمد. تجارب معملية في وظائف أعضاء الجهد البدني. الرياض: جامعة الملك سعود، ١٤١٣هـ.

المراجع الإنجليزية

(٣) American College of Sports Medicine. *Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

(٤) Barnard J. Warm-up is important for the heart. ACSM's Sports Med Bulletin 1975, Jan.

(٥) Barnard J, Gardner W, Diaco V, MacAlpin N, Kattus A. Cardiovascular response to sudden strenuous exercise: heart rate, blood pressure and ECG. *J Appl Physiol* 1973; 34: 833-837.

(٦) Behm D, Bambury A, Cahill F, Power K. Effect of acute static stretching on force, balance, reaction time and movement time. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 1397-1402.

(٧) Docherty D. (Ed.). *Measurement in Pediatric Exercise Science*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 1996.

(٨) Frank D. Physical warm-up. In: *Ergogenic Aids in Sports*, M H Williams (Ed). Champaign, IL: Human Kinetics Publisher, 1983, chapter 13.

(٩) Gore C. (Ed.): *Physiological Tests for Elite Athletes*. Australian Sports Commission. Champaign, Il: Human Kinetics, 2000.

(١٠) Guissard N, Duchateau J. Neural aspects of muscle stretching. *Exerc Sport Sci Rev* 2006; 34: 154-158.

(١١) Heyward V. *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2002.

(١٢) Howley E, Franks D. *Health Fitness Instructor's Handbook*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers, 2003.

(١٣) Knapik J, Jones B, Bauman C, Harris J. Strength, flexibility, and athletic injuries. *Sports Med* 1992; 14: 277-288.

(١٤) MacDougall J, Wenger H., Green H. (Eds.) *Physiological Testing of the High – Performance Athlete*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers. 1990.

(١٥) Martin B, Robinson S, Weigman D, Aulick L. Effect of warm-up on metabolic responses to strenuous exercise. *Med Sci Sports Exerc* 1975; 7: 146-149.

(١٦) McArdle W, Katch F, Katch V. *Exercise Physiology*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991.

obeikandl.com

(١٧) Plowman S. Physical activity, physical fitness and low-back pain. *Exerc Sport Sci Rev* 1992; 20: 221-242.

(١٨) Pollock M, Gaesser G, Butcher J, Despres J, Dishman R, Franklin B, Garber, C. ACSM Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 975-991.

(١٩) Pope R, Herbert R, Kirwan J, Graham B. A randomized trial of pre-exercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32: 271-277.

(٢٠) Safran M, Garrett Jr W, Seaber A, Glisson R, Ribbeck B. The role of warm-up in muscular injury prevention. *Am J Sports Med* 1988; 16: 123-129.

(٢١) Safran M, Seaber A, Garrett Jr. W. Warm-up and muscular injury prevention. *Sports Med* 1989; 8: 239-249.

(٢٢) Shellock G. Physiological benefits of warm-up. *The Phys Sportsmed* 1983; 11 (10): 134-139.

(٢٣) Thacker S, Gilchrist J, Stroup D, Dexter K Jr. The impact of stretching on sports injury. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 371-378.

(٢٤) Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise*. Campaign, IL: Human Kinetics, 1994.

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل السابع والثلاثون

وثيقة الجمعية الطبية العالمية (WMA)
حول أسس العناية الصحية في الطب الرياضي

مقدمة

أصدرت الجمعية الطبية العالمية (World Medical Association) وثيقة حول أسس العناية الصحية للرياضيين من قبل أطباء الرياضة. ولقد نقحت هذه الوثيقة عدة مرات خلال اجتماعات الجمعية في الأعوام ١٩٨٧م، ١٩٩٣م، ١٩٩٩م. ونظراً لأهمية الوثيقة فها نحن نقوم بترجمتها بتصرف.

نظراً لارتباط الأطباء بالطب الرياضي، فإن الجمعية الطبية العالمية توصي بالإرشادات الأخلاقية التالية للأطباء، حتى يتمكنوا من الوفاء باحتياجات الرياضيين:

١- تقع على الأطباء اللذين يتولون العناية بالرياضيين مسئولية أخلاقية، تملي عليهم أن يلموا بالمتطلبات البدنية والذهنية الملقاة على كاهل الرياضي المشارك في الأنشطة الرياضية.

٢- عندما يكون الرياضي طفلاً أو ناشئاً، على الطبيب أن يولي عناية قصوى بنموه ومراحل تطوره البدني.

٢,١- على الطبيب التأكد من أن مرحلة نمو الطفل وتطوره وصحته العامة تتحمل التدريب الشاق والمنافسة الرياضية، بدون تعريض تطوره البدني والنفسي للخطر.

٢,٢- على الطبيب أن يرفض مشاركة الرياضي الناشئ في أنشطة رياضية غير مناسبة لمراحل نموه أو لصحته العامة.

٣- عندما يكون الرياضي محترفاً، ويحصل على دخله من جراء مشاركته الرياضية، فعلى الطبيب أن يولي عناية واحترام للجوانب الطبية المهنية المحيطة.

٤- على الطبيب أن يدرك أن استخدام المنشطات يعد أمر محظور ومخالف للقسم الطبي، ولجوهر اتفاقية الجمعية الطبية العالمية (في جنيف) التي تقول: *أن صحة مريضي ستكون دائماً محل عنايتي الأولى*. إن الجمعية الطبية العالمية تعتبر مشكلة المنشطات خطراً يهدد صحة الرياضيين والشباب عموماً، كما أنها تتعارض مع الأعراف الطبية.

ولهذا فعلى الطبيب أن يقاوم ويرفض إعطاء المنشطات للرياضيين، ويشجب أي طرق أو وسائل لا تتفق مع الأخلاق الطبية، وتكون مضرة على صحة الرياضي، وخاصة:

٤,١– المواد والإجراءات التي تغير محتويات الدم أو كيميائيته.

٤,٢– استخدام العقاقير أو المواد الأخرى، بغض النظر عن طبيعتها أو طريقة استخدامها، بما في ذلك منبهات أو مثبطات الجهاز العصبي المركزي، أو الإجراءات التي يمكنها التأثير على الانعكاسات الطبيعية للفرد.

٤,٣– التدخل الدوائي الذي يقود إلى تغيير إرادة الفرد أو حالته الذهنية.

٤,٤– أي إجراءات تمنع الإحساس بالألم أو أي أعراض أخرى، مما يمكن الرياضي من المشاركة في مسابقة رياضية، ما كان ينبغي له طبياً أن يشارك فيها.

٤,٥– أي إجراءات اصطناعية كفيلة بتغيير ملامح الرياضي العمرية أو الجنسية.

٤,٦– التدريب أو المشاركة في المنافسات بشكل لا يتفق مع مبدأ المحافظة على لياقة الرياضي البدنية أو صحته أو سلامته.

٤,٧– أي إجراءات غير طبيعية هدفها رفع الأداء الرياضي أو المحافظة عليه أثناء المنافسة. إن أي تنشيط غير طبيعي لأداء الرياضي يعد غير أخلاقي.

٥– على الطبيب أن يشعر الرياضي والمسئولين عنه والجهات المعنية، بعواقب أي إجراءات يرى معارضتها ومنع استخدامها. وعليه أن يحشد دعم الأطباء الآخرين والمنظمات المعنية، ويحمي الرياضي من الوقوع تحت الضغوط التي تقود إلى استخدامه تلك الإجراءات.

٦– يجب على طبيب الرياضة إبداء رأيه الموضوعي بوضوح تام وبدقة حول جاهزية الرياضي للمشاركة في المنافسة الرياضية.

٧– في المنافسات الرياضية أو في مسابقات المحترفين، فإن من واجبات الطبيب أن يقرر مدى صلاحية الرياضي طبياً الاستمرار في المشاركة من عدمها أو العودة إلى الملعب. إن اتخاذ هذا القرار مناط بالطبيب ولا يمكن أن يتم تفويض هذه الصلاحية للآخرين. وفي حالة غياب الطبيب، فعلى المسئولين الآخرين الالتزام بتعليمات الطبيب بدقة، مع إعطاء الأولوية دائماً لصحة الرياضي وسلامته، بغض النظر عما تؤول إليه نتيجة المنافسة.

٨– من أجل القيام بواجباته الأخلاقية، على طبيب الرياضة أن يتيقن من أن المسئولين عنه متفهمين له ومؤيدين، خاصة متى كان الأمر يتعلق بصحة الرياضي وسلامته ومصلحته الحقيقية، بدون تحيز لمصلحة أخرى مهما كانت. هذه الأسس يجب أن يتم الاتفاق عليها بين طبيب الفريق والجهة الرياضية المعنية، مع الإدراك التام بأن من واجبات الطبيب المحافظة على المعايير الأخلاقية المدونة في الوثائق الوطنية والدولية والمعتمدة من الهيئات الطبية.

٩- على طبيب الرياضة أن يحرص على إشعار الطبيب الشخصي للرياضي بكل الحقائق المتعلقة بمجريات علاج الرياضي. وإذا تطلب الأمر، فعلى طبيب الرياضة أن يتعاون معه للتأكد من أن الرياضي لا يجهد نفسه بطريقة تعرض صحته للخطر، و أن لا يستخدم وسائل ضارة بغرض تحسين أداءه البدني.

١٠- في مجال الطب الرياضي، كما هو الحال في كل فروع الطب، يجب المحافظة التامة على السرية بصورة مهنية. وينبغي احترام حق الرياضي، وخاصة المحترف، فيما يتعلق بخصوصية العناية الطبية المقدمة له.

١١- ينبغي أن لا يكون طبيب الرياضة طرفاً في عقد ينص على حصر معالجته الطبية على رياضي أو مجموعة من الرياضيين فقط.

١٢- عند مرافقة طبيب الرياضة فريقه إلى بلد أجنبي، من المستحسن السماح له ممارسة مهامه كطبيب للفريق.

١٣- تعد مشاركة طبيب الرياضة أمراً مرغوباً فيه عندما تكون اللوائح الرياضية قيد الصياغة.

المصدر: www.wma.net/e/policy/17-j_e.html

openkandil.com

obeikandl.com

تدريب الأطفال والناشئة وانتقائهم: اعتبارات بدنية وفسيولوجية

مقدمة

يخضع في وقتنا الحاضر نسبة محسوسة من الأطفال والناشئة في دول عديدة من العالم لبرامج تدريب بدني مكثف، عن طريق الانخراط في أندية رياضية رسمية أو أخرى غير رسمية. وعلى الرغم من أهمية ممارسة النشاط البدني (أو الرياضي) للناشئة كما أوضحنا ذلك سابقاً، إلا أن العديد من المختصين يبدون قلقاً حول عملية إخضاع هؤلاء الأطفال أو الناشئة لتدريبات بدنية شاقة منذ وقت مبكر في حياتهم، وتستمر لفترات طويلة من عمرهم، الأمر الذي جعل بعض هؤلاء المختصون يطالبون بأن تخضع البرامج التدريبية الموجهة للأطفال والناشئة إلى الإشراف العلمي والتربوي الذي يكفل سلامة هؤلاء الأطفال من النواحي العضوية والنفسية والاجتماعية على حد سواء.

وعادة ما يُنظر إلى الأطفال على أنهم كبار بأجسام صغيرة، على أن هذه النظرة غير صحيحة خاصة ما يتعلق بالنشاط والتدريب البدني. فالأطفال والناشئة يتميزون بخصائص جسمانية ووظائف فسيولوجية مختلفة إلى حد ما عن الراشدين، كما أن الأطفال يمرون بمراحل نمو متنوعة تتميز كل مرحلة بصفات مختلفة عن الأخرى. الأمر الذي يجعلهم مختلفين عن الكبار. وغني عن القول أن شريحة الأطفال والناشئة في المجتمعات العربية تمثل نسبة كبيرة من المجتمع، مما يجعل الاهتمام بهم استثمار في المستقبل.

في هذه المقالة سنقوم بالتطرق للأسس العلمية المتعلقة بتدريب الأطفال والناشئة التدريب البدني المكثف، والعوامل المرتبطة بانتقائهم والتنبؤ بأدائهم المستقبلي، كما سنتعرف على استجابتهم الفسيولوجية للتدريب البدني، كما سنتطرق للعديد من الاعتبارات والجوانب التي ينبغي مراعاتها عند تدريب الأطفال والناشئة، والآثار المترتبة على انخراطهم في تدريبات بدنية شاقة، وهي اعتبارات تكتسب أهمية كبيرة للعاملين في رياضات الناشئين كافة، من أطباء وأخصائيي لياقة بدنية وعلاج طبيعي، ومدربين، وإداريين، مما يعينهم على تقديم أفضل الخدمات– ضمن برامج تدريب الناشئة– بصورة صحيحة وآمنة.

خصائص مراحل النمو والتطور الحركي

من أجل الوصول إلى تدريب أفضل للأطفال والناشئة لا بد أولاً أن نتعرف على خصائصهم الجسمية والحركية وما يطرأ عليها من تغيرات خلال مراحل نموهم وتطورهم الحركي المختلفة، وسوف نقسم مراحل النمو والتطور الحركي كما هو متبعاً إلى أربع مراحل بدءً من مرحلة الطفولة المتوسطة (٦– ٩ سنوات) ثم مرحلة الطفولة المتأخرة (١٠– ١٢ سنة) فمرحلة المراهقة المبكرة (١٣– ١٥ سنة) وانتهاءً بمرحلة المراهقة المتأخرة (١٦– ١٨ سنة)، وطبقاً لرأي الأكاديمية الأمريكية لطب الأطفال (AAP)، فإن الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة ليسوا جاهزين لممارسة الألعاب الرياضية مثل كرة القدم والسلة والطائرة وغيرها، ويعود السبب في ذلك إلى أن الأطفال في هذا العمر لم يتمكنوا بعد من الإلمام بالمهارات الحركية الأساسية، وبالتالي فإن عملية التعلم الناجمة عن الانخراط في الألعاب الرياضية لا تكون مكتملة في ظل عدم الإلمام التام بالمهارات الحركية الأساسية.

كما أن هذه الألعاب الرياضية تتطلب حدة في الرؤية وتحكم حركي واتزان عال، شيءٌ لم يمتلكه الأطفال في هذه المرحلة بالكامل. بالإضافة إلى ما سبق، فإن الأطفال في مرحلة الطفولة المبكرة لا يمكنهم استيعاب قوانين اللعب وخططه في هذه الرياضات بشكل كاف، كما أنهم قد لا يتمكنون من ضبط عواطفهم أثناء ممارسة هذه الألعاب الرياضية المنظمة. وفيما يلي عرضاً مختصراً لخصائص النمو والتطور الحركي:

مرحلة الطفولة المتوسطة (٦– ٩ سنوات):

- يكون النمو الجسمي لديهم بطيئاً.
- تتطور القدرتان الهوائية واللاهوائية لديهم ببطء.
- يمتلك معظمهم المهارات الحركية الأساسية، كالجري والقفز والرمي والوثب.
- تكون فترة انتباههم قصيرة وتركيزهم محدود، لذا ينبغي أن تكون الفترة المخصصة للتعليمات والإرشادات قصيرة قدر الإمكان.
- ينبغي التركيز معهم على إجادة المهارات الحركية الأساسية، وعدم الانشغال بلياقتهم البدنية كثيراً. كما لا ينبغي التركيز على المنافسات في هذه المرحلة العمرية.
- أكثر الرياضات الملائمة لتلك المرحلة هي: **مبادئ كرة القدم، السباحة، الجمباز التعليمي، كرة التنس، التزحلق بالعجلات أو على الجليد، ألعاب الدفاع عن النفس، ركوب الدراجة.**

مرحلة الطفولة المتأخرة (١٠– ١٢ سنة):

- تتطور المهارات الحركية الأساسية بصورة أفضل.
- يكون معظم الأطفال قادرين على إتقان المهارات الحركية المركبة.
- تزداد قدرتهم على التركيز، وتصبح فترة انتباههم أطول من ذي قبل.

- يكونون جاهزين لتعلم الخطط والتكتيكات.
- ينبغي على المدرب تشجيعهم والعمل على تطوير مهاراتهم وصقلها.
- أكثر الرياضات الملائمة لتلك المرحلة هي: **كرة القدم، كرة السلة، السباحة، الجري، التنس، الجمباز.**

مرحلة المراهقة المبكرة (١٣– ١٥ سنة):

- تزداد كتلة العضلات لديهم وتتحسن قوتهم العضلية.
- يتحسن التحمل الدوري التنفسي في هذه المرحلة العمرية.
- تزداد كتلة الشحوم، خاصة لدى البنات.
- يحدث فقدان للمرونة، وانخفاض مؤقت في التوافق والاتزان.
- يُلاحظ اختلاف فترة النضج (البلوغ) فيما بينهم.
- أكثر الرياضات الملائمة لتلك المرحلة (بالإضافة إلى الرياضات السابقة) هي: **الهوكي، ألعاب القوى.**

مرحلة المراهقة المتأخرة (١٦– ١٨ سنة):

- يزداد حجم الجسم وكتلة العضلات لديهم وتتحسن قوتهم العضلية وسرعتهم.
- تنخفض نسبة الشحوم لدى البنين، بينما تزداد نسبة الشحوم لدى البنات.
- يبلغ مستوى التحمل الدوري التنفسي مستواه في مرحلة الرشد.
- يلحق متأخرو النضج بأقرانهم مبكري النضج، فتتحسن قوتهم ويزداد طولهم.
- أكثر الرياضات الملائمة لتلك المرحلة هي: **جميع الرياضات مناسبة لهم تبعاً لاستعدادهم وميولهم.**

اعتبارات تتعلق بالنمو والنضج البيولوجي عند تدريب الناشئة

لا بد عند تدريب الناشئة من الأخذ بالاعتبار بمستويات نموهم البدني ونضجهم البيولوجي (أي اقترابهم من مرحلة الرشد)، فالمعروف أن بعض من الناشئة يكون نضجهم مبكراً، والبعض الآخر يتأخر نضجهم البيولوجي، مما يعني اختلاف صفاتهم الجسمية والوظيفية على الرغم من كونهم يتساوون في العمر الزمني.

ومن المعلوم أن مستوى النضج البيولوجي يؤثر بشكل ملحوظ على طول الجسم وكتلة العضلات والقوة العضلية والسرعة واكتمال نمو العظام لديهم، كما أن العديد من المتغيرات الفسيولوجية الأخرى مثل السعة الأكسجينية وتركيز الهرمونات في الدم تتأثر بمستوى النضج البيولوجي للناشئة، الأمر الذي يؤثر بشكل كبير في قدرتهم على التدريب والاستجابة له. لذا، ينبغي تصنيف الناشئة تبعاً لحجم الجسم وكتلته العضلية ونسبة الشحوم فيه، وليس فقط طبقاً للعمر الزمني، كما يجب الأخذ بالاعتبار لمستوى مهاراتهم الحركية.

والمعلوم أن ذوي الأحجام الصغيرة والرشيقة يتفوقون في الرياضات والحركات الرياضية التي تتطلب تغييراً في الاتجاه أو يتم فيها التوقف الفجائي، في حين يولد الأفراد ذوو الأحجام الكبيرة زخماً كبيراً أثناء الحركة، يصعب معه توقفهم أو تغيير اتجاههم بسرعة كافية، مما قد يؤدي إلى اصطدامهم بذوي الأحجام الصغيرة وإحداث الضرر

لهم. كما أن الناشئة الأطول والأخف وزناً يتفوقون في المهارات التي تتطلب القفز عالياً، مقارنة مع أقرانهم الأثقل وزناً. ويصعب على ذوي الأوزان الثقيلة من الناشئة السحب لأعلى أو الدفع بالذراعين، كما في اختبارات اللياقة البدنية، ويكون أداءهم أثناء الجري أبطأ من ذوي الأوزان الخفيفة.

والمعروف أن بعض الناشئة الذين يصلون لمرحلة النضج مبكراً، تزداد لديهم الكتلة العضلية وتتطور سرعتهم وقوتهم العضلية، مما يجعلهم يتفوقون على أقرانهم في العمر نفسه ممن يكون نضجهم متأخراً، الأمر الذي يجعل بعض المدربين يندهشوا من تحسن أداء هؤلاء الناشئة وبالتالي يقوموا بالتركيز عليهم خاصة في الرياضات التي تتطلب عناصر كالسرعة والقدرة مثل كرة القدم أو التنس، مما يقود إلى إهمال الناشئة متأخري النضج، على أن هذا المدرب لو أنتظر سنة أو سنتين للحق متأخرو النضج بأقرانهم من مبكري النضج، ولتفوقوا عليهم في بعض الأحيان.

ولو كان لدى المدرب إطلاع وفهم لمراحل نمو الناشئة ونضجهم البيولوجي لتعامل مع جميع الناشئة تبعاً لخصائص نموهم وطبيعة نضجها بصورة سليمة.

ويؤكد ما سبق من قول نتائج دراسة أجريت على ناشئي كرة القدم الأسبان (١٤– ١٧ سنة) بينت أن عوامل كالعمر والطول وحجم الجسم والقدرة الهوائية تعد ذات أهمية كبيرة في التمييز بين اللاعبين الجيدين وغير الجيدين أثناء فترة البلوغ فقط، لكن مع تقدم عمر الناشئ فإن عناصر أخرى مثل الرشاقة هي الأكثر أهمية في التمييز بين اللاعب الجيد وغير الجيد.

وتشير دراسة بريطانية أجريت على الناشئة الملتحقين بفرق كرة القدم والتنس الأرضي في الأعمار ١٢، ١٣، ١٤، ١٥ سنة، إلى أن أكثر من ٦٠٪ من اللاعبين هم من المولودين خلال الأشهر الثلاثة الأولى من العام (أي الأكبر سناً في كل مرحلة عمرية)، بينما كان المولودون منهم في الأشهر الثلاثة الأخيرة (أي الأصغر سناً) يمثلون ٥٪ فقط، مما يدل على أن رياضات مثل كرة القدم والتنس، اللتين تتطلبان القوة والقدرة والسرعة، تجذبان الناشئة الأكبر عمراً حتى وإن كانوا في المرحلة العمرية نفسها (أي مولودون في العام نفسه). أي أن هناك انتقاء طبيعي للأقوى والأسرع والأكثر نضجاً من الآخرين.

لهذا نجد بعض المختصين يطالب بأن يتم انتقاء اللاعبين بناءً على مهاراتهم وقدراتهم وليس على أحجامهم أو أشكالهم في تلك المراحل العمرية المتغيرة.

تطور القوة العضلية والقدرتين الهوائية واللاهوائية لدى الناشئة تبعاً للنمو

تتطور القوة العضلية عموماً لدى الناشئة مع التدريب البدني، إلا أن تطورها نتيجة للتدريب البدني يزداد في مرحلة البلوغ، حيث يتزامن ذلك مع زيادة تركيز هرمون الذكورة (التستوستيرون)، ويعتقد أن أعلى نسبة لتطور القوة العضلية لدى الناشئة من جراء التدريب البدني تكون خلال فترة طفرة النمو (التي تحدث فيما بين ١٢–١٥ سنة تقريباً، ويزداد فيها تركيز هرمون الذكورة، وتسبق مباشرة فترة بلوغ مرحلة الرشد)، ويستمر ذلك لسنتين أو ثلاث بعدها.

أما القدرة اللاهوائية لدى الصغار، فتعد غير مكتملة وتتطور بالتدريج حتى تكتمل في مرحلة الرشد. ويعزى عدم اكتمال القدرة اللاهوائية لدى الصغار مقارنة بالراشدين إلى عوامل عديدة، من أهمها عدم تطور قدرات أنظمة الطاقة لديهم، وخاصة تلك المتعلقة بنشاط بعض الأنزيمات المهمة في عمليات إنتاج الطاقة اللاهوائية، وانخفاض قدرتهم على إنتاج تركيز عال من حمض اللبنيك إثناء الجهد البدني العنيف. كما أن للعوامل العصبية والعضلية دور في ذلك.

تكون القدرة الهوائية (أقصى قدرة على استهلاك الأكسجين) منسوبة إلى كتلة الجسم مرتفعة نسبياً لدى الصغار مقارنة بالراشدين غير المتدربين. ويبلغ معدل التنفس وحجم الشهيق مستوى أقل لدى الصغار مقارنة بالكبار، لكن عندما ننسبه إلى مساحة سطح الجسم، فإن الفرق يضمحل.

وتبلغ معدلات ضربات القلب في الراحة وفي الجهد البدني الأقصى مستويات أعلى لدى الصغار مقارنة بالكبار، إلا أن كمية الدم المضخوخة في كل ضربة من ضربات القلب تبقى أدنى لدى الصغار منها لدى الكبار، غير أنها تزداد مع التقدم في العمر نحو سن الرشد، نتيجة لنمو حجم القلب.

ولا يبدو أن معدل ضربات القلب القصوى تتغير بشكل ملحوظ بين عمري ٧-١٥ سنة، إلا أن سرعة استرداد ضربات القلب بعد الجهد البدني يعد أسرع لدى الصغار مقارنة بالكبار. أما كفاءة المشي أو الجري لدى لصغار فتعد منخفضة مقارنة بالكبار، ويعزى ذلك لعوامل عديدة أهمها تحسن كفاءة استخدام الوقود من قبل العضلات العاملة، وتحسن مطاطية العضلات، وزيادة طول الخطوة مع التقدم في العمر نحو الرشد.

استجابة الأطفال والناشئة للتدريب البدني

يجدر القول أولاً أنه ينبغي أن يتاح للأطفال والناشئة في بداية حياتهم ممارسة العديد من الأنشطة البدنية والرياضية، حتى يتمكنوا من اختيار الرياضة المناسبة لهم التي تحقق رغباتهم الشخصية وتتناسب مع إمكانياتهم الجسمية، وقدراتهم الفسيولوجية، وأن يكون التركيز في بداية برامج تدريب الناشئة على تحسين التوافق العصبي العضلي واكتساب المهارات الحركية واللياقة البدنية العامة. ويجمع المختصون في رياضة الطفل على عدم ضرورة التخصص المبكر في رياضة محددة من قبل الأطفال، وعند بلوغ الطفل عمر ١٢ سنة فما فوق، فيمكن له أن يتلقى تدريباً بدنياً مكثفاً في رياضة محددة، مع مراعاة إمكاناته البدنية والفسيولوجية واحتياجاته النفسية والجسمية والاجتماعية.

وتشير نتائج دراسة بريطانية أجريت لمعرفة تأثير التدريب البدني على الأطفال، إلى أن هناك عاملين يحكمان بداية التدريب البدني المبرمج والمكثف لدى الأطفال، هما العمر الذي يصبح فيه الرياضي في أحسن مستوياته في تلك الرياضة، ومقدار السنوات من التدريب اللازمة للوصول إلى الأداء الأمثل في تلك الرياضة.

ومن المعلوم أن هناك تداخلاً واضحاً بين تأثير كل من التدريب البدني والنمو على العديد من المتغيرات الفسيولوجية لدى الناشئة، مما يجعل من الصعوبة في بعض الأحيان عزل تأثير كل منهما على حده.

ويوضح الجدول رقم (١) تأثير كل من التدريب البدني الهوائي والنمو على العوامل المحددة للاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى الناشئة، ويظهر بوضوح التشابه في اتجاه التأثير بين النمو والتدريب البدني، كما يتبين مدى الصعوبة في الحكم على مدى تأثير التدريب البدني، بمعزل عن تأثير النمو، على تلك العناصر الموضحة في الجدول رقم (١) بدون وجود مجموعة ضابطة لا تمارس التدريب البدني.

الجدول رقم (١). تأثير كل من التدريب البدني الهوائي والنمو على العوامل المحددة للاستهلاك الأقصى للأكسجين لدى الناشئة.

المتغير	تأثير النمو	تأثير التدريب البدني
حجم القلب	يزداد	يزداد قليلاً
حجم الدم	يزداد	يزداد
كمية الهيموجلوبين في الدم	يزداد	يزداد
تركيز الهيموجلوبين	يزداد	لا يتغير
كريات الدم الحمراء	يزداد	لا يتغير
الفرق الشرياني الوريدي للأكسجين	ينخفض	لا يتغير
ضربات القلب في الراحة	ينخفض	ينخفض
ضربات القلب القصوى	تنخفض	لا يتغير
حجم الضربة (SV) في الراحة	يزداد	يزداد
حجم الضربة (SV) الأقصى	يزداد	يزداد
نتاج القلب (Q) الأقصى	يزداد	يزداد
التهوية الرئوية القصوى	يزداد	يزداد

وتشير الدراسات العلمية التي تناولت تأثير التدريب البدني التحملي على القدرة الهوائية القصوى للناشئة (قدرتهم القصوى على استهلاك الأكسجين)، إلى أن التدريب البدني يقود إلى تطوير القدرة الهوائية للناشئة، لكن بصورة أقل مما يحدث لدى الراشدين، ففي معظم البحوث التي أجريت على الناشئة قبل مرحلة البلوغ أظهرت أن مقدار التحسن في الاستهلاك الأقصى للأكسجين تراوح من ٥-١٥٪ فقط، في حين يبلغ مقدار التحسن لدى الراشدين من جراء التدريب البدني ما يساوي ١٥-٣٠٪. ويعتقد المختصون في فسيولوجيا الجهد البدني إلى أن ذلك يعزى لأسباب عديدة، من أهمها ما يلي:

- أن معدلات الاستهلاك الأقصى للأكسجين منسوباً إلى كتلة الجسم لدى الصغار غير المتدربين يعد عموماً أعلى مما هو لدى الكبار.

- يعتبر الأطفال بصورة عامة أكثر نشاطاً من الكبار.
- إن الصغار قد يحتاجوا إلى شدة تدريب أعلى مما هو متبع في الدراسات السابقة، لكي تظهر نسب تحسن مشابهة لما في حالة الكبار.
- أن الدافعية نحو التدريب البدني المكثف لدى الأطفال تعد أدنى مما هي لدى الراشدين.
- أن البحوث الحديثة تشير إلى أن هناك اعتبارات مرتبطة بالتغيرات الهرمونية في مرحلة البلوغ، قد تكون هي المسئولة عن التحسن في مقدار الاستهلاك الأقصى للأكسجين الناجم عن التدريب البدني في مرحلة ما بعد سن البلوغ. فهرمون الذكورة (التستوستيرون) يؤدي إلى زيادة كتلة الكريات الحمراء وإلى زيادة تركيز الهيموجلوبين، اللذان يؤديان إلى زيادة السعة الأكسجينية في الدم. كما أن هرمون التستوستيرون يقود إلى زيادة الكتلة العضلية، مما يساعد ذلك على ضخ الدم من أسفل الجسم بواسطة العضلات إلى القلب، أي زيادة الدم العائد إلى القلب، مما يجعل القلب يمتلئ بالدم بصورة أكبر، والنتيجة هي زيادة حجم الضربة (كمية الدم التي يضخها القلب في كل ضربة من ضرباته).

وفي هذا الصدد، ينبغي عدم تعريض الناشئة لجهد بدني تحملي شاق يتجاوز التوصيات العلمية والطبية، فالأكاديمية الأمريكية لطب الأطفال لا توصي بممارسة الأطفال قبل سن الرشد لرياضات الجري المخصصة أصلاً للكبار. وتقضي توصيات الاتحاد الأسترالي للطب الرياضي في أن لا تتجاوز المسافة القصوى المسموح فيها لمشاركة من هم دون عمر ١٢ سنة في سباقات المسافات الطويلة عن ٥ كم، ولمن هم في عمر ١٢-١٥ سنة عن ١٠ كم، وأن لا يشترك في سباق الماراثون من هم دون عمر ١٨ سنة.

أما عن التدريب البدني الموجه لتطوير القوة العضلية للناشئة قبل سن البلوغ، فتشير معظم الآراء العلمية إلى أن برنامجاً مدروساً لتدريبات القوة العضلية لدى الناشئة يمكن أن يقود إلى تطوير القوة العضلية وتقليل فرصة حدوث الإصابات الرياضية لديهم. ومن المعلوم أن لهرمون التستوستيرون دور في التحسن الملحوظ في القوة العضلية وفي حجم الكتلة العضلية الناتج عن تدريبات القوة العضلية بعد سن الرشد.

على أنه يجدر بنا التأكيد على أهمية الإشراف المباشر على برامج تدريبات القوة العضلية الموجهة للناشئة من قبل مختصين مؤهلين، وإلا فقد يؤدي ذلك إلى نتائج عكسية لا تحمد عقباها. ومن الإرشادات التي ينبغي إتباعها في برامج تدريب القوة العضلية للناشئة أن يتم التركيز على الأداء الصحيح، مع عدم رفع أثقال قصوى على الإطلاق، وإتباع قاعدة التدرج في المقاومات، مع عدم زيادة الأثقال أو المقاومة حتى يتم التمكن من إنجاز التكرار المطلوب بشكل جيد من قبل الناشئة، وأن لا تزيد مرات التدريب عن ٢-٣ مرات في الأسبوع.

تأثير الوراثة على الخصائص الجسمية والبدنية والوظائف الفسيولوجية

إن الوصول للأداء البدني المتميز على المستوى الدولي يتطلب تكامل في الاستعداد الوراثي للشخص والتدريب البدني. بل أن الوراثة تسهم أيضاً في مدى استجابة الشخص للتدريب البدني، فهناك رياضيون يستجيبون للتدريب البدني بشكل ملحوظ وآخرون تكون استجابتهم للتدريب البدني محدودة جداً.

ومع علمنا بأن موضوع الوراثة والأداء البدني ذو جوانب متشعبة، وخارج نطاق هذه المقالة، إلا أنه من المستحسن التعرف على تأثير الوراثة ومساهمتها في تطور بعض الخصائص الجسمية والبدنية والفسيولوجية للشخص، الأمر الذي يساعد المدرب في اتخاذ القرار السليم عند انتقاء الرياضيين الناشئة. ويبين الجدول رقم (٢) تأثير الوراثة على العديد من المتغيرات الجسمية والبدنية والفسيولوجية، وقد تم تصنيف تأثير الوراثة على ثلاثة مستويات، صغير، ومتوسط، وكبير.

هل من آثار سلبية للتدريب البدني على الأطفال والناشئة؟

لا يوجد حالياً أي دلائل علمية تشير إلى أن التدريب البدني المكثف تحت إشراف مختصين مؤهلين يمثل أي خطورة تذكر على القلب أو الجهاز الدوري التنفسي للأطفال والناشئة. كما لا يوجد حتى وقتنا الحاضر أي مؤشرات تدل على أن للتدريب البدني المكثف آثار سلبية على نمو الأطفال أو الناشئة.

إلا أن التأثير السلبي الناجم عن التدريب البدني المكثف والالتزام بنمط صارم من المباريات والمعسكرات لدى الناشئة قد يكون أكثر ما يكون تأثيراً على الجوانب النفسية والاجتماعية للرياضي الناشئ، حيث من الممكن أن يقود إلى عزله عن أقرانه العاديين ومن ثم إلى إعاقة نموه الاجتماعي السوي، وحدوث الضغوط النفسية له مبكراً من جراء الانخراط في التدريبات البدنية الشاقة، والمنافسات الرياضية المكثفة، مع ما يصاحب ذلك من احباطات غير متوقعة، وتوقعات غير منطقية في بعض الأحيان من قبل بعض المدربين والإداريين. كما لا ينبغي أن ننسى بعض التأثيرات غير الإيجابية للظهور الإعلامي والشهرة المبكرة للناشئ على شخصيته وسلوكه.

الجدول رقم (٢). تأثير الوراثة على العديد من المتغيرات الجسمية والبدنية والفسيولوجية.

الصفة	التأثير الوراثي	الصفة	التأثير الوراثي
معدل ضغط الدم	متوسط	طول الجسم/ طول اليدين	كبير
القوة العضلية	كبير	محيط البطن	صغير إلى متوسط
التحمل العضلي	متوسط إلى كبير	حجم العضلة	كبير
سرعة الحركة	متوسط	نوع الألياف العضلية	كبير
التوازن	صغير	الميتوكوندريا (بيت الطاقة)	صغير
المرونة	كبير	نشاط إنزيمات الطاقة	صغير إلى متوسط
سرعة رد الفعل	صغير إلى متوسط	حجم القلب	كبير
التحمل الدوري التنفسي	متوسط إلى كبير	حجم الرئتين	كبير
القدرة اللاهوائية	متوسط	معدل ضربات القلب	كبير

المصدر: Skinner J, Sports Sci Exchange, 2001

وتشير بعض الشواهد إلى أن التخصص المبكر جداً في رياضة واحدة من قبل الطفل ومحاولة الالتزام بنمط شاق من التدريبات العنيفة والمنافسات المزدحمة في وقت مبكر من العمر، قد يقود إلى استعداد أكبر للإصابات الرياضية وتذبذب في المستوى واحتراق للرياضي قبل عمر ١٨ سنة.

إلا أن دراسة تتبعية دامت خمس سنوات، وأجريت على مجموعات من الرياضيين الناشئة في بريطانيا، وشملت رياضات الجمباز وكرة القدم والسباحة والتنس، أشارت نتائجها إلى عدم وجود أي آثار سلبية من جراء ممارسة التدريب البدني المبرمج والمكثف على نمو الناشئة أو على أجهزة أجسامهم المختلفة، وأن الفوائد الصحية والجسمية والنفسية والاجتماعية الناجمة عن الممارسة الرياضية تفوق تلك الآثار السلبية البسيطة الناتجة عن التدريب البدني العنيف.

ولعل البعض يتساءل هل من الممكن حدوث فرط تدريب لدى الناشئ الرياضي؟ والجواب هو نعم يمكن حدوث ذلك، خاصة مع الضغوط البدنية والنفسية الكبيرة على الناشئ الرياضي.

ومن أعراض فرط التدريب لدى الناشئ أن يصبح أداءه أبطأ من ذي قبل في حالة مسابقات الجري والسباحة، وتتدهور مهارة الأداء كما في حالة الجمباز أو بعض الألعاب الرياضية الأخرى، وتنخفض دافعيته للتدريب، ويشعر بالتعب والإجهاد بسهولة من جراء التدريب البدني المعتاد، وتظهر عليه علامات العصبية أو اللامبالاة وعدم الرغبة في التعاون مع زملائه، لذا يقترح البعض بان يكون الحد الأعلى لساعات التدريب البدني للناشئ الرياضي في حدود ١٨ – ٢٠ ساعة في الأسبوع.

لكن ماذا عن الإصابات الرياضية الناجمة عن التدريب البدني لدى الناشئة؟ تشير معظم الدراسات إلى أن الإصابات الرياضية تطال ما يقارب من نصف الرياضيين الناشئة، وباستثناء الإصابات القليلة التي تحدث للوح الغضروفي (لوح النمو في العظام القابلة للنمو لدى الناشئة)، فإن معظم الإصابات الرياضية تعد على العموم إصابات طفيفة، على أن الأطفال أكثر عرضة من الكبار للإصابات الرياضية الناجمة عن فرط الاستعمال (Overuse injuries) مثل إصابات الأربطة والأوتار العضلية وكسور الإجهاد، وذلك بسبب الاختلافات التشريحية والوظيفية عن الكبار.

وتشير نتائج إحدى الدراسات الأمريكية إلى أن معدل الإصابات الرياضية لدى الرياضيين الناشئة خلال سنتين بلغ إصابة واحدة لكل ١٠٠٠ ساعة تدريب، وأن أكثر الإصابات الرياضية لدى الناشئة كانت في رياضة كرة القدم، وأقلها في رياضة السباحة. ويعزى للعوامل التالية المساهمة في حدوث الإصابات الرياضية نتيجة للممارسة المفرطة للرياضة من قبل الأطفال والناشئة: مشكلات تشريحية، حدوث إصابة سابقة، انخفاض اللياقة البدنية، عدم اتزان بين نمو العضلات والأوتار العضلية، إجراء تدريبات عنيفة بدون تدرج أو راحة بينية أو بدون إحماء، أداء غير صحيح، أرضية صلبة أو غير مستوية، استخدام أدوات أو أجهزة أو أحذية غير مناسبة، وأخيراً بسبب الضغوط الحاصلة من الكبار على الناشئة.

ولا بد من الإشارة هنا إلى أن الأطفال والناشئة اللذين يتدربون في الجو الحار أكثر عرضة للإصابات الحرارية من الكبار، نظراً لأنهم أقل قدرة على تحمل الإجهاد الحراري مقارنة بالراشدين، ويعزى ذلك لأسباب عديدة، من أهمها أن مساحة سطح الجسم نسبة إلى كتلة الجسم أكبر لدى الصغار مما هي لدى الراشدين، الأمر الذي يقود إلى اكتساب الحرارة بصورة أكبر في الجو الحار، وزيادة فقدانها من الجسم في الجو البارد بشكل أشد.

كما أن الأطفال ينتجون أثناء الجهد البدني الذي يتطلب المشي أو الجري مقداراً أكبر من الحرارة نسبة إلى كتلة الجسم مقارنة بالكبار، وتعد كفاءة الجري لديهم أدنى من الكبار. ولا بد أن ندرك أيضاً أن قدرة الأطفال على التعرق تعد نسبياً أقل من الكبار، مما يخفض من إمكانيتهم على التخلص من الحرارة بواسطة تبخر العرق. إن قدرة الأطفال على التحكم الحراري أثناء الجهد البدني في الجو الحار تتأثر بصورة أكبر في حالات حدوث جفاف للجسم، أو الإصابة بداء السكري، أو بأمراض القلب الخلقية، أو بالتليف الكيسي.

كما أن فترة التأقلم للتدريب البدني في الجو الحار لدى الناشئة تزيد عما هي لدى الكبار، حيث تصل لدى الناشئة من أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع، مقارنة بأسبوع إلى ١٠ أيام لدى الكبار.

ولمنع حدوث الإصابات الحرارية لدى الناشئة اللذين يتدربون في الجو الحار لا بد من تقليص فترات التدريب أو المنافسة في الجو الحار، والإكثار من فترات التوقف، والتدرج في زيادة فترات التدريب في الجو الحار، وتوفير السوائل أثناء التدريب والمنافسات وحث الناشئة على تناولها، وارتداء الملابس الخفيفة والفاتحة اللون، مع منع ارتداء الملابس البلاستيكية أو المطاطية التي تمنع تبخر العرق.

التنبؤ بالموهبة الرياضية لدى الناشئ

من أجل التنبؤ بأداء الرياضي في مرحلة الرشد قامت العديد من البحوث بدراسة الأطفال والناشئة في مراحل متعددة من نموهم الجسمي وتطورهم الحركي، إلا أن الصعوبات ما تزال تواجه العلماء في هذا الصدد، نظراً لتداخل العديد من العوامل المؤثرة على الأداء البدني مع بعضها البعض خلال مراحل النمو المختلفة.

كما أن نجاح عملية التنبؤ تعتمد على نوع الرياضة محل البحث، حيث يسهل التنبؤ في الرياضة المعتمدة على صفة جسمية أو فسيولوجية واحدة، فالتفوق في رياضة الجري التحملي على سبيل المثال يعتمد كثيراً على عنصر التحمل الدوري التنفسي والعتبة اللاهوائية، أما رياضة التجديف فتعتمد كثيراً على القوة العضلية والتحمل الدوري التنفسي.

وفي الجانب الآخر يصعب التنبؤ بالأداء البدني المتميز في الرياضات المعتمدة على عدة صفات متنوعة، خاصة عند عدم معرفتنا بدقة للمساهمة النسبية لكل صفة من تلك الصفات ضمن محصلة الأداء البدني الكلي في تلك الرياضة، فهذه رياضة كالجمباز على سبيل المثال تتطلب عناصر متعددة ومتنوعة من أجل الأداء البدني المتميز

فيها، وتشمل تلك العوامل المرونة، والتوازن، والقوة العضلية، والقدرة، والنضج المتأخر، وامتلاك أطراف قصيرة، ومهارة، وجسارة، وعدة عوامل ميكانيكية ونفسية أخرى.

وبصفة عامة تعتمد قدرتنا على التنبؤ بالأداء البدني المتميز للشخص على قدرتنا على تحديد العوامل المهيأة للتفوق والتميز في هذه الرياضة أو تلك، وعلى عدد تلك العوامل (كلما كان عددها كبيراً أصبحت المهمة أكثر صعوبة)، وعلى مدى استقرار تلك العوامل (حيث تصبح المهمة أكثر صعوبة كلما كانت العوامل غير مستقرة (متذبذبة) وأسهل كلما كانت تلك العوامل مستقرة)، وأخيراً تعتمد قدرتنا في التنبؤ بالأداء البدني المتميز على إمكانيتنا قياس تلك العوامل أو الصفات بدقة عالية (علماً بأن دقة القياس تتراوح من الصفات الأكثر دقة إلى الأقل دقة على النحو التالي: الصفات الجسمية، ثم الفسيولوجية، ثم النفسية). في الفقرات التالية سنقوم باستعراض أهم الصفات التي تناولتها البحوث بغرض معرفة قدرتها في التنبؤ بأداء الناشئ في المجال الرياضي.

الصفات الجسمية

وتشمل تلك الصفات العديد من القياسات الجسمية كالطول والوزن وعروض أجزاء الجسم وأطواله. وتكمن الفكرة وراء اختيار تلك القياسات في أنها صفات جسمية واضحة المعالم ويسهل قياسها بكل دقة وثبات، وهي من الصفات المستقرة مقارنة بالصفات الأخرى. على أن للوراثة تأثير واضح لبعض من تلك الصفات، وهناك تأثير محدود للتدريب البدني على معظم الصفات الجسمية، باستثناء نسبة الشحوم في الجسم.

ونظراً لتأثير الوراثة على عنصر كالطول، ولأهمية هذا العنصر للعديد من الرياضات ككرة السلة والطائرة والسباحة على سبيل المثال، فإنه يمكن استخدام بعض المعادلات التنبؤية التي تتنبأ بالطول النهائي للجسم عن طريق استعمال طول الطفل في عمر محدد مع معرفة الطول النهائي لكلا والديه.

الصفات الفسيولوجية

وتشمل الصفات الفسيولوجية وظائف العضلات (من قوة عضلية، وقدرة، ونوعية ألياف عضلية، ونشاط الإنزيمات العضلية وقدرات أنظمة الطاقة فيها) وكذلك وظائف الجهاز الدوري والتنفسي، بما في ذلك نتاج القلب، ومعدل ضربات القلب، ووظائف الدم، والاستهلاك الأقصى للأكسجين، والعتبة اللاهوائية، كما يدخل ضمن تلك الصفات عناصر اللياقة البدنية من قوة وسرعة وتحمل ورشاقة.

وتعد الصفات الفسيولوجية أقل استقرار من الصفات الجسمية، إلا أنها أكثر استقرارا وثباتاً من الصفات السلوكية. وتتأثر الصفات الفسيولوجية بالنضج البيولوجي للناشئ، كما أن للوراثة تأثير ملحوظ على العديد من الصفات الفسيولوجية. غير أن للتدريب البدني أيضاً تأثير ملموس على العديد من الصفات الفسيولوجية، مما يجعل من الصعوبة التنبؤ بأداء الناشئ قبل التدريب بناء على صفة فسيولوجية تُعد قابلة للتحسن من جراء التدريب البدني.

وتشير نتائج دراسة بريطانية أجريت على لاعبي كرة القدم من الناشئة المتميزين الذين تراوحت أعمارهم من ١٥- ١٦ سنة، ومقارنتهم بغير المتميزين منهم، إلى أن لدى اللاعبين المتميزين نسبة شحوم أقل من غير المتميزين وقدراتهم الهوائية أكبر ولديهم مهارة أفضل في تمرير الكرة والتحكم فيها ويتميزون بالرشاقة والسرعة.

الصفات النفسية

وتشمل الصفات النفسية العديد من المتغيرات النفسية مثل الدافعية والمثابرة وتحمل الضغوط والقدرة على التركيز وغير ذلك. وتشير الدراسات إلى أن بعض من هذه الصفات النفسية يرتبط بالأداء البدني والبعض الآخر يرتبط بالقدرة على تعلم المهارة أو المواظبة على التدريب البدني (المثابرة والاستمرار على التدريب). ولا يوجد حالياً الكثير من المعلومات المؤكدة حول قدرة الصفات النفسية في الصغر على التنبؤ بالأداء البدني في مرحلة متقدمة من العمر.

وطبقاً لأراء العديد من المختصين فلا يوجد حالياً علاقات ارتباطية مستقرة بين كثير من الصفات النفسية والأداء البدني المتميز لدى الناشئة، خاصة في رياضة مثل كرة القدم، بل أن البعض لا يوصي حالياً في استخدام الاختبارات النفسية كوسيلة للتنبؤ بأداء الرياضي في المستقبل، نظراً لعدم استقرار معظم تلك الصفات عبر التقدم في العمر من الطفولة إلى المراهقة فالرشد. وعلى الرغم مما سبق من قول، فإن بعض الاختبارات الذهنية الحسية (مثل التوقع والإدراك) تبدو واعدة في التمييز بين لاعبي كرة القدم المتميزين وغير المتميزين طبقاً لنتائج بعض البحوث.

وعلى الرغم من النجاح النسبي لبرامج اكتشاف الموهوبين ورعايتهم والتنبؤ بأدائهم في المجال الرياضي، إلا أن هناك جملة من الصعوبات التي تواجهها، ومنها ما يلي:

- أن الاستعداد والتفوق في مرحلة الصغر ليس بالضرورة كافٍ بأن يقود بشكل آلي نحو التطور والأداء المتميز لاحقاً في الكبر، فهناك العديد من العوامل المؤثرة التي تتداخل مع بعضها البعض خلال تلك الفترات الفاصلة بين هاتين المرحلتين.
- أن تطور المهارات والقدرات يختلف فيما بين الناشئة، بل أن معدل التطور يختلف لدى الناشئ نفسه خلال فترات النمو المختلفة.
- هناك العديد من العوامل المؤثرة على الموهبة الرياضية وعلى تطورها لدى الناشئ والتي ينبغي أخذها في الحسبان، ومن تلك العوامل الوراثة، والتدريب البدني، والمدرب، والأسرة، والمجتمع، الخ...، ولعل جودة التدريب البدني ونوعيته وشدته ومدته، من أهم العوامل التي تؤثر بشكل ملحوظ على تطور الموهبة الرياضية وبروزها. وهناك دلائل تشير إلى أنه يلزم مدة طويلة من التدريب البدني المكثف من أجل الوصول إلى الأداء البدني المتميز (حوالي ١٠ سنوات).
- العديد من نماذج تطوير الموهبة الرياضية تعتمد على مراحل النمو (وهي مراحل عمرية) بدون التركيز على الصفات التي ينبغي على الرياضي تنميتها وتطويرها في كل مرحلة.

• أثبتت برامج رعاية الرياضيين الناشئة في الدول الشيوعية سابقاً أن بعض النجاحات التي تحققت كانت على حساب حرية الناشئ وصحته وسلامته.

نصائح وإرشادات عند تدريب الأطفال والناشئة

• ينبغي على المدرب المعني بتدريب الناشئة أن يتسلح بالمعارف والمهارات والخبرات المتعلقة بنمو الناشئة، وقدراتهم الفسيولوجية، وخصائصهم الجسمية والنفسية.

• ينبغي أن يتم تصنيف الناشئة وتقسيمهم إلى مجموعات، بناءً على نموهم الجسمي ونضجهم البيولوجي، وكتلتهم العضلية ونسبة الشحوم لديهم، وليس تبعاً لعمرهم الزمني فقط.

• نظراً لانخفاض قدرة الناشئة على التحكم الحراري، فينبغي تعديل مدة التدريب أو المنافسة لهم في الجو الحار أو المرتفع الرطوبة، والعناية القصوى بتعويض السوائل المفقودة.

• الاهتمام بتغذية الناشئة التغذية السليمة، بما في ذلك تناول كفايتهم من المواد الكربوهيدراتية اللازمة للطاقة، والتأكد من حصولهم على احتياجاتهم من عنصري الكالسيوم والحديد.

• ضرورة إتباع أسس التدريب البدني، بما في ذلك مراعاة التدرج في الحمل التدريبي وإعطاء الراحة الكافية لهم بين كل تدريب وآخر، ومراعاة الفروق الفردية بين الناشئة في اللياقة البدنية والقدرات الحركية.

• العناية بأصول السلامة أثناء التدريب والمنافسة لدى الناشئة، بما في ذلك ارتداء الحذاء المناسب والأجهزة الواقية، مع إجراء الفحوصات الطبية والصحية لهم بشكل دوري.

• ينبغي توعية الناشئة بأخطار تعاطي المنشطات على الصحة، والتأكيد عليهم بأن التدريب البدني المنتظم والتغذية السليمة هما الكفيلان في رفع مستوى الأداء لدى الناشئة. ويكتسب هذا الأمر أهمية كبيرة، نظراً لأن الناشئة في مرحلة عمرية لا يكونوا فيها مدركين تماماً لمخاطر تعاطي المنشطات، وبالتالي فهم أكثر عرضة للوقوع في براثنها، أملاً منهم في أن تقود إلى رفع أداءهم البدني، كما أن الخطورة الصحية الناجمة عن تناول المنشطات من قبل الناشئة تعد كبيرة جداً، ولا تقتصر على حدوث آثار سلبية على أجهزة أجسامهم المختلفة، بل أن تعاطي الهرمونات البنائية ينجم عنه أضرار على نموهم السوي، والتأثير سلباً على التوازن الهرموني في الجسم.

• على المدرب أن يعرف الحدود الفسيولوجية لقدرات الناشئ تبعاً لعمره، وأن يتفهم خصائصهم النفسية، وأن لا يتعامل معهم بقسوة، وأن يدرك خطورة بقاء الناشئ دوماً على دكة الاحتياط.

• على المدرب أن يميز بين تشجيعهم على بذل أقصى طاقة ممكنة ودفعهم بشدة خارج حدود قدراتهم، فالفشل المتكرر من قبل الناشئ يقود إلى الإحباط والابتعاد عن الرياضة.

• ينبغي على المدرب أن يركز على تطوير مهاراتهم الحركية الأساسية في مراحل ما قبل البلوغ، وأن يتجنب الإفراط في تدريبهم بدنياً.

• ينبغي أن يكون هدف المدرب تطوير قدرات الناشئ وتنمية إمكانياته، وبناء شخصيته، مع تحقيق التفوق الفردي والجماعي، وليس التركيز على الفوز بالمنافسات الرياضي على حساب الجوانب الأخرى.

• على المدرب أن يتيح للناشئ تجريب أكثر من موقع في الألعاب الجماعية، وأن يجعل مشاركته في الرياضة تجربة ممتعة له.

• أخيراً، ينبغي أن لا ينسى المدرب أن يغرس في الناشئ الرياضي القيم الحسنة والعادات السلوكية الإيجابية.

المراجع

المراجع العربية

(١) الهزاع، هزاع محمد. فسيولوجيا الجهد البدني لدى الأطفال والناشئين. الرياض: الاتحاد السعودي للطب الرياض، ١٤١٧هـ.

(٢) الهزاع، هزاع محمد. التدريب البدني والناشئة: اعتبارات صحية وفسيولوجية. الرياض: الاتحاد السعودي للطب الرياضي، ٢٠٠٣م.

(٣) الهزاع، هزاع محمد، وآخرون. اللياقة القلبية التنفسية ومستوى النشاط البدني لدى الأطفال وارتباطهما بمؤشرات النمو الهيكلي والتطور العضلي. الرياض: مركز البحوث التربوية، كلية التربية، جامعة الملك سعود، ١٤١٤هـ.

(٤) الهزاع، هزاع محمد، وآخرون. التأثيرات الفسيولوجية لفقدان السوائل لدى ناشئ كرة القدم أثناء الجهد البدني في الجو الحار. الدورية السعودية للطب الرياضي، ١٤٢٠هـ، المجلد ٣، العدد ٢: ع١٢–ع٢٥.

(٥) الهزاع، هزاع محمد، شايع القحطاني، منصور الصويان. الصفات البدنية لناشئ كرة القدم السعوديين المشاركين في بطولة المملكة للبراعم. وقائع المؤتمر الثاني للسمنة والنشاط البدني، المجلة العربية للغذاء والتغذية، مركز البحرين للبحوث والدراسات، المنامة– البحرين، ديسمبر ٢٠٠٥م، ٦ (١٣): ٣٢٩–٣٤٠.

المراجع الإنجليزية

(٦) Al-Hazzaa H. Development of cardiorespiratory function in Saudi boys: A cross sectional analysis. *Saudi Med J*, 2001, 22: 875-881.

(٧) Al-Hazzaa H. Physical activity, fitness and fatness among Saudi children and adolescents: Implications for cardiovascular health. *Saudi Med J*, 2002, 23: 144-150.

(٨) Al-Hazzaa H. Heart rate telemetry of school children during physical education lesson. In: Chan K, ed. *Sports, Medicine and Health*. Hong Kong, 1992, 23-26.

(٩) Al-Hazzaa H, et al. Cardiorespiratory responses of trained boys to treadmill and arm ergometry: Effect of training specificity. *Pediatr Exerc Sci*, 1998, 10: 264-276.

(١٠) Al-Hazzaa H, Al-Refaee S, Sulaiman M, et al. Energy demand and fluid loss during youth soccer. In: *Science and Football*, O'Hata N. (ed.), Tokyo: Japan, Asian Football Confederation, 1995: 310-325.

(١١) American Academy of Pediatrics. Climatic heat stress and exercising child and adolescent. *Pediatrics*, 2000, 106: 158-159.

obeikandl.com

(١٢) American Academy of Pediatrics. Risks in long distance running for children. *Phys Sportsmed*, 1982, 10 (2): 82-86.
(١٣) American College of Sports Medicine. The prevention of sport injuries of children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*, 1993, 25 (Suppl. 8): 1-7.
(١٤) Baxter-Jones A, Helms P. Effects of training at a young age: A review of the Training of Young Athlete (TOYA) study. *Pediatr Exerc Sci*, 1996, 8: 310-327.
(١٥) Brown E, Branta C. (Ed). *Competitive Sports for Children and Youth*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1988.
(١٦) Chan KM, Micheli L. (Ed). *Sports and Children*. Hong Kong: Williams & Wilkins Asia Pacific Ltd, 1998.
(١٧) De Knop P, Engstrom L, Skirstad B, Weis M. Worldwide Trends in Youth Sport. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996.
(١٨) DiFlori J. Overuse injuries in children and adolescents. *Phys Sportmed*, 1999, 27 (1): 75-89.
(١٩) Docherty D. (Ed). *Measurement in Pediatric Exercise Science*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1996.
(٢٠) Franks A, Williams A, Reilly T, Nevill A. Talent identification in elite youth soccer players: Physical and physiological characteristics. *J Sports Sci* 1999; 17: 812.
(٢١) Gil S, Ruiz F, Irazusta A, Gil J, Irazusta J. Selection of young soccer players in term of anthropometric and physiological factors. *J Sports Med Phys Fitness* 2007; 47: 25-32.
(٢٢) Malina R, Bouhard C. *Growth, Maturation and Physical Activity*. Champaigh, IL: Human Kinetics, 1991.
(٢٣) Mayers N, Gutin B. Physiological characteristics of elite prepubertal cross-country runners. *Med Sci Sports Exerc* 1979; 11: 172-176.
(٢٤) Mercier B, Mercier J, Granier P, Laa Gallais D, Perfaut C. Maximal anaerobic power relationship to anthropometric characteristics during growth. *In J Sports Med* 1992; 13: 21-26.
(٢٥) Mercier B, Vago P, Ramonaxo C, Bauer C, Perfaut C. effects of aerobic training quantity on the VO2 max of circumpubertal swimmers. *In J Sports Med* 1987; 8: 26-30.
(٢٦) Naughton G, Farpour-Lambert N, Carlson J, Bradney M, Van Praagh E. Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes. *Sports Med* 2000; 30: 309-325.
(٢٧) Plowman S. Children are not miniature adults: similarities and differences in physiological responses to exercise. *ACSM's Health and Fitness J*, 2001, 5 (5): 11-17.
(٢٨) Praagh E. (Ed). *Pediatric Anaerobic Performance*. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998.
(٢٩) Reilly T, Williams A, Nevill A, Franks A. A multidisciplinary approach to talent identification in soccer. *J Sports Sci* 2000; 18: 698-702.
(٣٠) Roberts D, Norton A, Sinclair A, Larkins P. Children and long distance running- policy of the Australians Sports Medicine Federation. *New Studies in Athletics* 1987; 2 (1): 7-8.
(٣١) Rowland T. *Developmental Exercise Physiology*. Champaign (IL): Human Kinetics, 1996.
(٣٢) Rowland T. The triger hypothesis for aerobic trainability: A 14-year follow-up. *Pediatr Exerc Sci*, 1997, 9: 1-9.
(٣٣) Skinner J. Do genes determine champions? *Sports Sci Exchange* 2001; 14 (4).
(٣٤) Stroyer J, Hansen L, Klausen K. Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Med Sci Sports Exerc* 2004; 36: 168-174.
(٣٥) Tolfrey K, et al. Aerobic trainability of prepubertal boys and girls. *Pediatr Exerc Sci*, 1998, 10: 248-263.
(٣٦) Wells C, The effects of physical activity on cardiorespiratory fitness in children. In: *Effect of Physical Activity on Children*, Stull G, Eckert H. (eds). Champaign, IL: Human Kinetics, 1986: 114-126.
(٣٧) Williams A, Reilly T. Talent identification and development in soccer. *J Sports Sci* 2000; 18: 657-667.