

بروتوكولات الاختبار المتدرج لتحديد شدة أعلى معدل حرق دهون لتحديد شدة التدريب المناسبة

يعتبر أثر شدة التدريب على نوع الغذاء (كربوهيدرات أو دهون) المستخدم لإنتاج الطاقة من الموضوعات المهمة التي يوليها المختصون في علوم الرياضة أهمية بالغة (Jeukendrup, Saris, & Wagenmakers, 1998). ومن المهم تحديد أفضل شدة تدريب لحرق أعلى معدل دهون عند وصف النشاط البدني ليتم تعميمها على المجتمع أو فئات من المجتمع، دون الحاجة إلى اخضاع المشارك لاختبار جهد بدني متدرج وقياس معدل حرق الدهون، مما يتطلب تطبيق عملي يصعب إجراؤه بشكل موسع لجميع أفراد المجتمع. إلا أن هذا يبدو صعباً جداً بسبب التباين الكبير في الشدة المقابلة لأعلى معدل حرق دهون في الجسم. على سبيل المثال، تم تحديد شدة أعلى معدل حرق دهون للرياضيين عند 64% من الاستهلاك الأقصى للأوكسجين، ولكن التباين كان كبيراً بين 55 و 95% من العتبة الهوائية (Meyer et al., 2007). وقد تم تحديد هذه الشدة عند 64% من الاستهلاك الأقصى للأوكسجين و 74% من ضربات القلب القصوى بالنسبة للدراجين ذوو المستوى التدريبي المتوسط (Achten et al., 2002). وفي دراسة أخرى، تم تحديدها عند 54.2% من الاستهلاك الأقصى للأوكسجين بالنسبة للعاديين عالي المستوى التدريبي (A. L. Carey et al., 2004). وقد تم تحديدها عند 56% من الاستهلاك الأقصى للأوكسجين (59 مل/كجم/ق) بالنسبة للعاديات، وعند 53% (53 مل/كجم/ق) بالنسبة لغير العاديات (Stisen et al., 2006). أما بالنسبة لغير الرياضيين، فقد تم تحديدها عند شدة 62,5 و 59,6 % من الاستهلاك الأقصى للأوكسجين بالنسبة للرجال والنساء على التوالي (Meyer et al., 2009). ومن المعلوم أن البناء يتصفون بسعة هوائية منخفضة مقارنة مع غير البدناء. لذلك تم تحديد شدة أعلى معدل حرق دهون بين 28 و 65% من الاستهلاك الأقصى للأوكسجين، كما بلغ كمية الدهون المستخدمة في الطاقة بين 0.12 و 0.4 جرام/ق (Bircher & Knechtle, 2004; Deriaz et al., 2001; Dumortier et al., 2003; Haufe et al., 2010; و هذه القيم تتقارب مع مراجعة نقدية أوضحت أن معدل حرق الدهون بالنسبة للبدناء يتراوح بين 0,16 و 0,56 جرام/ق، عند شدة تدريب تتراوح بين 30 و 65% من الاستهلاك الأقصى للأوكسجين (Haufe et al., 2010).

ويعتبر تحديد شدة التدريب التي تعادل أعلى معدل حرق دهون (FATmax) من الاستراتيجيات التدريبية المهمة لاستهداف حرق أعلى معدل دهون أثناء البرنامج التدريبي. وقد تم اقتراح بروتوكول خاص لاختبار متدرج بهدف تحديد هذه الشدة بطريقة دقيقة (Achten et al., 2002). إلا أن عدد من الدراسات أوضحت وجود تباين كبير جداً في معدل أعلى حرق دهون بين الأفراد المتجانسين في خصائصهم الفسيولوجية، مما يزيد خطأ تعميم شدة التدريب التي تنتج أعلى معدل حرق للدهون بين المجموعات المتجانسة. على سبيل المثال، عند اعتبار أن شدة أعلى معدل حرق للدهون تقابل تقريباً شدة عتبة حمض اللاكتيت الأولى (LT1)، وجد أن التباين في معدل حمض اللاكتيت (1,5 – 3,5 ميللي مول / لتر) كان أصغر بكثير من التباين في شدة التدريب الممثلة لأعلى معدل حرق للدهون (35 – 75 % من استهلاك الأوكسجين الأقصى) (Bircher, Knechtle, & Knecht, 2005). مما يعني عدم إمكانية إيجاد شدة تقريبية يمكن تعميمها على المجموعات المتجانسة بسبب التباين الكبير بين الأفراد، وضرورة إجراء اختبار متدرج لتحديد شدة التدريب التي تؤدي إلى إنتاج أعلى معدل حرق دهون لكل فرد على حده (Meyer, Folz, & Rosenberger, 2009).

وينبغي أن يصمم البروتوكول بصورة تسمح بتجاوز بعض القصور الذي قد يحدث أثناء الاختبار، ويشمل ذلك تأثير المرحلة الأولى من التدريب على المرحلة التي تليها مما يؤدي إلى رفع معدل حرق للدهون ليس بسبب الشدة التي يتم التدريب عندها فقط وإنما أيضاً بسبب تداخل تأثير المرحلة السابقة. وكذلك مدة كل مرحلة من مراحل الاختبار المتدرج، فالمدة الطويلة بالدقائق لكل مرحلة تساعد في دقة

قياس معدل حرق الدهون ولكن قد تسبب في زيادة التعب بالنسبة للمراحل المتأخرة (Meyer et al., 2007). ومن هنا فإنه ينبغي أن يشمل الاختبار على خمس مراحل بدءاً من الزيادة الأولى في معدل حمض اللاكتيت إلى مرحلة استقرار تركيز معدل حمض اللاكتيت في الدم والتي بعدها متوقع أن يبدأ في الزيادة السريعة، وأن تستغرق كل مرحلة قرابة 6 دقائق بهدف ثبات استهلاك الاوكسجين أو ما يسمى بالانجليزي (The slow component of VO_2)، والأخذ في الاعتبار راحة بين كل مرحلة في حدود 5 دقائق لتجنب أثر التدريب في المراحل السابقة على التعب البدني وعلى معدل حرق الدهون. ويشير ماك ري وآخرون (Macrae, Noakes, & Dennis, 1995) بأن التغير لا ينكر بالنسبة لثاني أكسيد الكربون (≥ 0.1 لتر/ق) والتهوية الرئوية (≥ 0.5 لتر/ق) عند الدقيقة 5 و 6. لذا تعتبر مدة في حدود 4 دقائق لكل مرحلة مقبولة، فعلى الرغم أن بعض الدراسات اقترحت بأن يتكون الاختبار من 4 مراحل، وتكون مدة كل مرحلة 6 دقائق بالنسبة للبدناء المصابين بالمتلازمة الأيضية (Dumortier et al., 2003)، تقترح دراسة أخرى أن لا تقل مدة كل مرحلة عن 3 دقائق (Bircher et al., 2005). واقترحت دراسة نفس الشيء بالنسبة لمدة المرحلة ولكن بحيث تكون الزيادة في الحمل 10% من الاستهلاك الأقصى للأوكسجين، مما يتيح عمل 6 إلى 9 مراحل خلال كامل الاختبار (Stisen et al., 2006). من الواضح أن مدة أطول للمرحلة ستساعد على الحصول على ثبات في معدل التبادل الغازي ولكن يتطلب زيادة أكبر في الحمل لكل مرحلة، بينما المدة الأقصر للمرحلة ستساعد في زيادة بسيطة في الحمل لكل مرحلة مما يؤدي إلى انتقال مناسب في الجهد ودقة أفضل لتحديد الشدة التي تمثل أعلى معدل حرق دهون بينما قد تفنقر للثبات المطلوب في التبادل الغازي.

وينبغي كذلك أن يصمم الاختبار المتدرج بما يتناسب مع لياقة المشاركين، ولأن اللياقة البدنية منخفضة لدى غير الرياضيين وخاصة لدى معظم البدناء، فلقد اقترح عدد من المختصين أن يتم خفض شدة المرحلة الأولى في الاختبار، وكذلك أن تكون الزيادة في الحمل بسيطة أثناء المراحل المتتالية من الاختبار، لكي تتناسب مع اللياقة البدنية المنخفضة لدى غير الرياضيين البدناء (Bircher et al., 2001; Perez-Martin et al., 2010; Haufe et al., 2005). وفي دراسة أخرى بدأت المرحلة الأولى بالنسبة للرياضيين بشدة عند 100 وات، بينما بدأت بشدة عند 40 وات بالنسبة للبدناء (Bircher & Knechtel, 2004). وفي دراسة أخرى بدأت الشدة بمعدل 50 وات، وبلغت الزيادة في الحمل 30 وات (Roffey, Byrne, & Hills, 2007). بل إن بعض الدراسات بدأت المرحلة الأولى بشدة منخفضة جداً عند 25 وات، وكان معدل الزيادة 25 وات لكل دقيقتين (Haufe et al., 2010).

وتقترح بعض الدراسات أن يبدأ البروتوكول الخاص بالاختبار المتدرج بهدف تحديد أعلى معدل حرق بإجماء عند شدة 20% من أقصى حمل تدريبي، ثم يبدأ الاختبار عند 30% ويزداد بمعدل 10% إلى أن يصل تقريباً إلى 60% من أقصى حمل تدريبي متنبأ، بحيث يكون عدد المراحل تقريباً 4 مراحل، وتستغرق كل مرحلة 6 دقائق (Perez-Martin et al., 2001). وهناك دراسات أخرى تتفق مع هذه الدراسة في أهمية البدء بإجماء، بينما بعض الدراسات تكتفي بالبدء بشدة منخفضة في المرحلة الأولى. ويبدو أنه لا فرق كبير بين الطريقتين إذا كان الهدف هو تحديد شدة معدل أعلى حرق دهون، بينما قد يكون هناك اختلاف إذا كان الهدف حساب كمية الدهون المستخدمة خلال كامل التدريب. وهذا غالباً لا يتم حسابه بالنسبة للاختبار المتدرج، بينما قد يكون مهم جداً بالنسبة للتدريب المتصل عند شدة ثابتة. يعتبر حساب كمية الدهون المستخدمة في التدريب مهم بالنسبة لوصفة التدريب، إما للتنبؤ بكمية الدهون المستخدمة أثناء التدريب، أو لمقارنتها مع تدريب آخر، أو لمعرفة أثر ذلك على التغير في تحسن الأنسولين أو خفض الوزن.

وأخيراً ينبغي ملاحظة أن الشدة المحددة لأعلى معدل حرق دهون تتأثر بنوع البروتوكول المستخدم في الاختبار المتدرج. على سبيل المثال، كان هناك فروق في الشدة المنتجة لأعلى معدل حرق دهون عند مقارنة نوعين من البروتوكولات، حيث استمر الأول 20 دقيقة و 3 دقائق لكل مرحلة مع زيادة في الحمل بمعدل 35 وات، أما البروتوكول الثاني فكانت الزيادة في الحمل 26 وات بناء على ضربات القلب، كما استمرت المرحلة 5 دقائق بإجمالي 45 دقيقة للاختبار (Bircher et al., 2005). وهذا مهم جداً عند مقارنة البيانات مع بعضها البعض، وكذلك عند التنبؤ بمعدل الدهون بعد فترة من التدريب الرياضي المنتظم.

- Achten, J., Gleeson, M., & Jeukendrup, A. E. (2002). Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 34(1), 92-97.
- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2004). Optimizing fat oxidation through exercise and diet. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 20(7-8), 716-727.
- Baron, B., Dekerle, J., Robin, S., Nevriere, R., Dupont, L., Matran, R., . . . Pelayo, P. (2003). Maximal lactate steady state does not correspond to a complete physiological steady state. *International Journal Of Sports Medicine*, 24(8), 582-587.
- Baron, B., Noakes, T. D., Dekerle, J., Moullan, F., Robin, S., Matran, R., & Pelayo, P. (2008). Why does exercise terminate at the maximal lactate steady state intensity? *British Journal Of Sports Medicine*, 42(10), 828-833.
- Bearden, S. E., Henning, P. C., Bearden, T. A., & Moffatt, R. J. (2004). The slow component of VO_2 kinetics in very heavy and fatiguing square-wave exercise. *European Journal Of Applied Physiology*, 91(5-6), 586-594.
- Binder, Ronald K., Wonisch, Manfred, Corra, Ugo, Cohen-Solal, Alain, Vanhees, Luc, Saner, Hugo, & Schmid, Jean-Paul. (2008). Methodological approach to the first and second lactate threshold in incremental cardiopulmonary exercise testing. *European Journal Of Cardiovascular Prevention And Rehabilitation: Official Journal Of The European Society Of Cardiology, Working Groups On Epidemiology & Prevention And Cardiac Rehabilitation And Exercise Physiology*, 15(6), 726-734.
- Bircher, S., & Knechtle, B. (2004). Relationship between fat oxidation and lactate threshold in athletes and obese women and men. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3(3), 174-181.
- Bircher, S., Knechtle, B., & Knecht, H. (2005). Is the intensity of the highest fat oxidation at the lactate concentration of 2 mmol L⁻¹? A comparison of two different exercise protocols. *European Journal of Clinical Investigation*, 35(8), 491-498.
- Bishop, D. (2004). The validity of physiological variables to assess training intensity in kayak athletes. *International Journal Of Sports Medicine*, 25(1), 68-72.
- Bishop, D., Jenkins, D. G., & Mackinnon, L. T. (1998). The relationship between plasma lactate parameters, Wpeak and 1-h cycling performance in women. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 30(8), 1270-1275.
- Bourdon, P. (2000). Blood lactate transition thresholds: concepts and controversies. In A. S. Comission (Ed.), *Physiological tests for elite athletes* (pp. 50-65). Champaign: Human Kinetics.
- Capodaglio, E. M. (2001). Comparison between the CR10 Borg's scale and the VAS (visual analogue scale) during an arm-cranking exercise. *Journal Of Occupational Rehabilitation*, 11(2), 69-74.
- Capostagno, Benoit, & Bosch, Andrew. (2010). Higher fat oxidation in running than cycling at the same exercise intensities. *International Journal Of Sport Nutrition And Exercise Metabolism*, 20(1), 44-55.
- Carey, A. L., Bruce, C. R., Sacchetti, M., Anderson, M. J., Olsen, D. B., Saltin, B., . . . Febbraio, M. A. (2004). Interleukin-6 and tumor necrosis factor-alpha are not increased in patients with Type 2 diabetes: evidence that plasma interleukin-6 is related to fat mass and not insulin responsiveness. *Diabetologia*, 47(6), 1029-1037.
- Carey, Daniel G. (2009). Quantifying differences in the "fat burning" zone and the aerobic zone: implications for training. *Journal Of Strength And Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(7), 2090-2095.
- Carey, Daniel G., Tofte, Courtney, Pliego, German J., & Raymond, Robert L. (2009). Transferability of running and cycling training zones in triathletes: implications for steady-state exercise. *Journal Of Strength And Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 23(1), 251-258.
- Cheneviere, Xavier, Borrani, Fabio, Ebenegger, Vincent, Gojanovic, Boris, & Malatesta, Davide. (2009). Effect of a 1-hour single bout of moderate-intensity exercise on fat oxidation kinetics. *Metabolism: Clinical And Experimental*, 58(12), 1778-1786.

- Coyle, E. F. (1998). Cardiovascular drift during prolonged exercise and the effects of dehydration. *International Journal Of Sports Medicine*, 19 Suppl 2, S121-S124.
- Davis, James A., Rozenek, Ralph, DeCicco, Derek M., Carizzi, Michael T., & Pham, Patrick H. (2007). Comparison of three methods for detection of the lactate threshold. *Clinical Physiology & Functional Imaging*, 27(6), 381-384.
- Deriaz, O., Dumont, M., Bergeron, N., Despres, J. P., Brochu, M., & Prud'homme, D. (2001). Skeletal muscle low attenuation area and maximal fat oxidation rate during submaximal exercise in male obese individuals. *International Journal Of Obesity And Related Metabolic Disorders: Journal Of The International Association For The Study Of Obesity*, 25(11), 1579-1584.
- Dumortier, M., Brandou, F., Perez-Martin, A., Fedou, C., Mercier, J., & Brun, J. F. (2003). Low intensity endurance exercise targeted for lipid oxidation improves body composition and insulin sensitivity in patients with the metabolic syndrome. *Diabetes & Metabolism*, 29(5), 509-518.
- Duncan, G. E., & Howley, E. T. (1998). Metabolic and perceptual responses to short-term cycle training in children. *Pediatric Exercise Science*, 10(2), 110-122.
- Erdmann, Johannes, Tahbaz, Rana, Lippl, Florian, Wagenpfeil, Stefan, & Schusdziarra, Volker. (2007). Plasma ghrelin levels during exercise - effects of intensity and duration. *Regulatory Peptides*, 143(1-3), 127-135.
- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts: how valid are they? *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 39(6), 469-490.
- Garcin, M., & Billat, V. (2001). Perceived exertion scales attest to both intensity and exercise duration. *Perceptual And Motor Skills*, 93(3), 661-671.
- Garcin, M., Vautier, J. F., Vandewalle, H., Wolff, M., & Monod, H. (1998). Ratings of perceived exertion (RPE) during cycling exercises at constant power output. *Ergonomics*, 41(10), 1500-1509.
- Gaskill, S. E., Ruby, B. C., Walker, A. J., Sanchez, O. A., Serfass, R. C., & Leon, A. S. (2001). Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 33(11), 1841-1848.
- Grassi, B. (2006). Oxygen uptake kinetics: Why are they so slow? And what do they tell us? *Journal Of Physiology And Pharmacology: An Official Journal Of The Polish Physiological Society*, 57 Suppl 10, 53-65.
- Guiraud, Thibaut, Nigam, Anil, Juneau, Martin, Meyer, Philippe, Gayda, Mathieu, & Bosquet, Laurent. (2010). Acute Responses to High-Intensity Intermittent Exercise in CHD Patients. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 43(2), 211-217.
- Hampson, D. B., St Clair Gibson, A., Lambert, M. I., & Noakes, T. D. (2001). The influence of sensory cues on the perception of exertion during exercise and central regulation of exercise performance. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(13), 935-952.
- Haufe, S., Engeli, S., Budziarek, P., Utz, W., Schulz-Menger, J., Hermsdorf, M., . . . Jordan, J. (2010). Determinants of Exercise-induced Fat Oxidation in Obese Women and Men. *Hormone and Metabolic Research*, 42(3), 215-221. doi: 10.1055/s-0029-1242745
- Heyward, V. H. (2002). *Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription* (4 ed.): Human Kinetics.
- Hofmann, Peter, & Tschakert, Gerhard. (2011). Special needs to prescribe exercise intensity for scientific studies. *Cardiology Research And Practice*, 2011, 209302-209302.
- Hollmann, W. (2001). 42 years ago-development of the concepts of ventilatory and lactate threshold. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 31(5), 315-320.
- Howley, E. T. (2001). Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 33(6 Suppl), S364.
- Jeukendrup, A. E., Saris, W. H., & Wagenmakers, A. J. (1998). Fat metabolism during exercise: a review. Part I: fatty acid mobilization and muscle metabolism. *International Journal Of Sports Medicine*, 19(4), 231-244.
- Kanaley, J. A., Weatherup-Dentes, M. M., Alvarado, C. R., & Whitehead, G. (2001). Substrate oxidation during acute exercise and with exercise training in lean and obese women. *European Journal Of Applied Physiology*, 85(1-2), 68-73.

- Lajoie, C., Laurencelle, L., & Trudeau, F. (2000). Physiological responses to cycling for 60 minutes at maximal lactate steady state. *Canadian Journal of Applied Physiology-Revue Canadienne De Physiologie Appliquee*, 25(4), 250-261.
- Lambert, E. V., Gibson, A. S., & Noakes, T. D. (2005). Complex systems model of fatigue: integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. *British Journal of Sports Medicine*, 39(1), 52-62. doi: 10.1136/bjsm.2003.011247
- Lazaar, Nordine, Esbri, Carine, Gandon, Nicolas, Ratel, Sebastien, Dore, Eric, & Duche, Pascale. (2004). Modalities of submaximal exercises on ratings of perceived exertion by young girls: a pilot study. *Perceptual And Motor Skills*, 99(3 Pt 2), 1091-1096.
- Le, Vy-Van, Mitiku, Teferi, Hadley, David, Myers, Jonathan, & Froelicher, Victor. (2010). Exercise capacity at submaximal heart rate and prognosis. *International Journal Of Cardiology*, 142(2), 145-151.
- Macrae, H. S. H., Noakes, T. D., & Dennis, S. C. (1995). Role of Decreased Carbohydrate Oxidation on Slower Rises in Ventilation with Increasing Exercise Intensity after Training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 71(6), 523-529.
- McArdle, W, Katch, F, & Katch, V. (2001). *Exercise Physiology-Energy, Nutrition and Human Performance* (5 ed.): Lippincott Williams & Wilkins.
- Meyer, T., Folz, C., Rosenberger, F., & Kindermann, W. (2009). The reliability of fat. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 19(2), 213-221.
- Meyer, T., Gassler, N., & Kindermann, W. (2007). Determination of "Fatmax" with 1 h cycling protocols of constant load. *Applied Physiology, Nutrition, And Metabolism*, 32(2), 249-256.
- Mikus, C. R., Earnest, C. P., Blair, S. N., & Church, T. S. (2009). Heart rate and exercise intensity during training: observations from the DREW Study. *British Journal Of Sports Medicine*, 43(10), 750-755.
- Moreau, K. L., Whaley, M. H., Ross, J. H., & Kaminsky, L. A. (1999). The effects of blood lactate concentration on perception of effort during graded and steady state treadmill exercise. *International Journal Of Sports Medicine*, 20(5), 269-274.
- Norton, Kevin, Norton, Lynda, & Sadgrove, Daryl. (2010). Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal Of Science And Medicine In Sport / Sports Medicine Australia*, 13(5), 496-502.
- Oliveira, Samantha M. L., Simres, Herbert G., Moreira, Sergio R., Lima, Ricardo M., Almeida, Jeaser A., Ribeiro, Fabiana M. R., . . . Campbell, Carmen S. G. (2010). Physiological responses to a tap dance choreography: comparisons with graded exercise test and prescription recommendations. *Journal Of Strength And Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 24(7), 1954-1959.
- Perez-Martin, A., Dumortier, M., Raynaud, E., Brun, J. F., Fedou, C., Bringer, J., & Mercier, J. (2001). Balance of substrate oxidation during submaximal exercise in lean and obese people. *Diabetes & Metabolism*, 27(4 Pt 1), 466-474.
- Pires, Flavio O., Lima-Silva, Adriano E., Bertuzzi, Romulo, Casarini, Dulce H., Kiss, Maria Augusta P. D. M., Lambert, Mike I., & Noakes, Timothy D. (2011). The influence of peripheral afferent signals on the rating of perceived exertion and time to exhaustion during exercise at different intensities. *Psychophysiology*, 48(9), 1284-1290. doi: 10.1111/j.1469-8986.2011.01187.x
- Psycharakis, Stelios G. (2011). A longitudinal analysis on the validity and reliability of ratings of perceived exertion for elite swimmers. *Journal Of Strength And Conditioning Research / National Strength & Conditioning Association*, 25(2), 420-426.
- Robertson, R. J. (1982). Central signals of perceived exertion during dynamic exercise. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 14(5), 390-396.
- Robertson, R. J. (2004). *Perceived Exertion for practitioners: Human Kinetics*.
- Roffey, D., Byrne, N. , & Hills, A. (2007). Exercise intensity, exercise training and energy metabolism in overweight and obese males. *Queensland University of Technology*
- Romijn, J. A., Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Gastaldelli, A., Horowitz, J. F., Endert, E., & Wolfe, R. R. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *The American Journal Of Physiology*, 265(3 Pt 1), E380-391.

- Romijn, J. A., Klein, S., Coyle, E. F., Sidossis, L. S., & Wolfe, R. R. (1993). Strenuous endurance training increases lipolysis and triglyceride-fatty acid cycling at rest. *Journal Of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 75(1), 108-113.
- Rosenkilde, M., Nordby, P., Nielsen, L. B., Stallknecht, B. M., & Helge, J. W. (2010). Fat oxidation at rest predicts peak fat oxidation during exercise and metabolic phenotype in overweight men. *International Journal Of Obesity (2005)*, 34(5), 871-877.
- Salvadego, Desy, Lazzer, Stefano, Busti, Carlo, Galli, Raffaella, Agosti, Fiorenza, Lafortuna, Claudio, . . . Grassi, Bruno. (2010). Gas exchange kinetics in obese adolescents. Inferences on exercise tolerance and prescription. *American Journal Of Physiology. Regulatory, Integrative And Comparative Physiology*, 299(5), R1298-R1305.
- Schneider, Kristin L., Spring, Bonnie, & Pagoto, Sherry L. (2009). Exercise and energy intake in overweight, sedentary individuals. *Eating Behaviors*, 10(1), 29-35.
- St Clair Gibson, A., Baden, D. A., Lambert, M. I., Lambert, E. V., Harley, Y. X., Hampson, D., . . . Noakes, T. D. (2003). The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 33(3), 167-176.
- Steed, J., Gaesser, G. A., & Weltman, A. (1994). Rating of perceived exertion and blood lactate concentration during submaximal running. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 26(6), 797-803.
- Steffan, H. G., Elliott, W., Miller, W. C., & Fernhall, B. (1999). Substrate utilization during submaximal exercise in obese and normal-weight women. *European Journal Of Applied Physiology And Occupational Physiology*, 80(3), 233-239.
- Stisen, Anne Bach, Stougaard, Ole, Langfort, Josef, Helge, JÃ¸rn Wulff, Sahlin, Kent, & Madsen, Klavs. (2006). Maximal fat oxidation rates in endurance trained and untrained women. *European Journal Of Applied Physiology*, 98(5), 497-506.
- Stoudemire, N. M., Wideman, L., Pass, K. A., McGinnes, C. L., Gaesser, G. A., & Weltman, A. (1996). The validity of regulating blood lactate concentration during running by ratings of perceived exertion. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 28(4), 490-495.
- Thompson, D. L., & West, K. A. (1998). Ratings of perceived exertion to determine intensity during outdoor running. *Canadian Journal Of Applied Physiology* 23(1), 56-65.
- Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Stringer, W. W., & Whipp, B. J. (2005a). Physiology of exercise In K. Wasserman, J. E. Hansen, D. Y. Sue, W. W. Stringer & B. J. Whipp (Eds.), *Principles of Exercise Testing and Interpretation* (4 ed., pp. 10-59): Lippincott Williams & Wilkins
- Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Stringer, W. W., & Whipp, B. J. (2005b). *Principles of Exercise Testing and Interpretation* (4 ed.): Lippincott Williams & Wilkins
- Weltman, A. (1995). *The Blood Lactate Response to Exercise* (Vol. 4): Human Kinetics.
- Wenos, D. L., Wallace, J. P., Surburg, P. R., & Morris, H. H. (1996). Reliability and comparison of RPE during variable and constant exercise protocols performed by older women. *Int J Sports Med*, 17(3), 193-198.
- Whaley, M., P. Brubaker & R. Otto (Ed.). (2006). *ACSM's Guidelines for Exercise Testine and Prescreption* (7 ed.): Lippincott Williams & Wilkins
- Wilmore, J., & Costill, D. (2004). *Physiology of Sport and Exercise* (3rd ed.): Human Kinetics.
- Yoshida, T., Chida, M., Ichioka, M., & Suda, Y. (1987). Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. *European Journal Of Applied Physiology And Occupational Physiology*, 56(1), 7-11.