



NOTE SULL'AUTRICE

Dott. Nicola Sacchi

Laureato in Farmacia e Biotecnologie, si occupa professionalmente del settore sportivo come personal trainer, preparatore atletico, istruttore e gestore di centri fitness. È inoltre docente per i corsi di formazione di NonSoloFitness (nicola.sacchi@nonsolofitness.it, www.ultimatetraining.it).



EPOC, EFFETTI SUL METABOLISMO E DIMAGRIMENTO

di Nicola Sacchi

ABSTRACT

Analisi delle principali ricerche condotte sull'EPOC e valutazione di come esso venga generato in misura diversa, a seconda di diverse tipologie di attività fisica e implicazioni nei processi di dimagrimento.

Con il termine EPOC si identifica l'incremento del consumo di ossigeno nelle fasi successive all'allenamento, che si sviluppa come conseguenza dell'attività fisica svolta. EPOC infatti è un acronimo che significa *Excess Postexercise Oxygen Consumption*. Tradotto in italiano, significa appunto "Consumo di ossigeno in eccesso postumo all'esercizio", e con questo termine si identifica l'aumentato impiego di ossigeno da parte del

corpo che si sviluppa in seguito ad uno sforzo fisico imponente, come conseguenza dell'attività fisica stessa. Esso si produce infatti dopo un importante lavoro fisico ed ha lo scopo di coprire le richieste di energia che, in seguito all'attività, incrementano nella fase di recupero, successiva al lavoro. Infatti, terminato un importante sforzo fisico, è stato evidenziato che il dispendio energetico rimane maggiore rispetto alle condizioni di riposo: ciò si verifica proprio come conseguenza del fatto che il lavoro fisico determina effetti biochimici che persistono anche successivamente al lavoro stesso, generando questo effetto e pertanto, in virtù di questa osservazione, è stato creato questo termine.



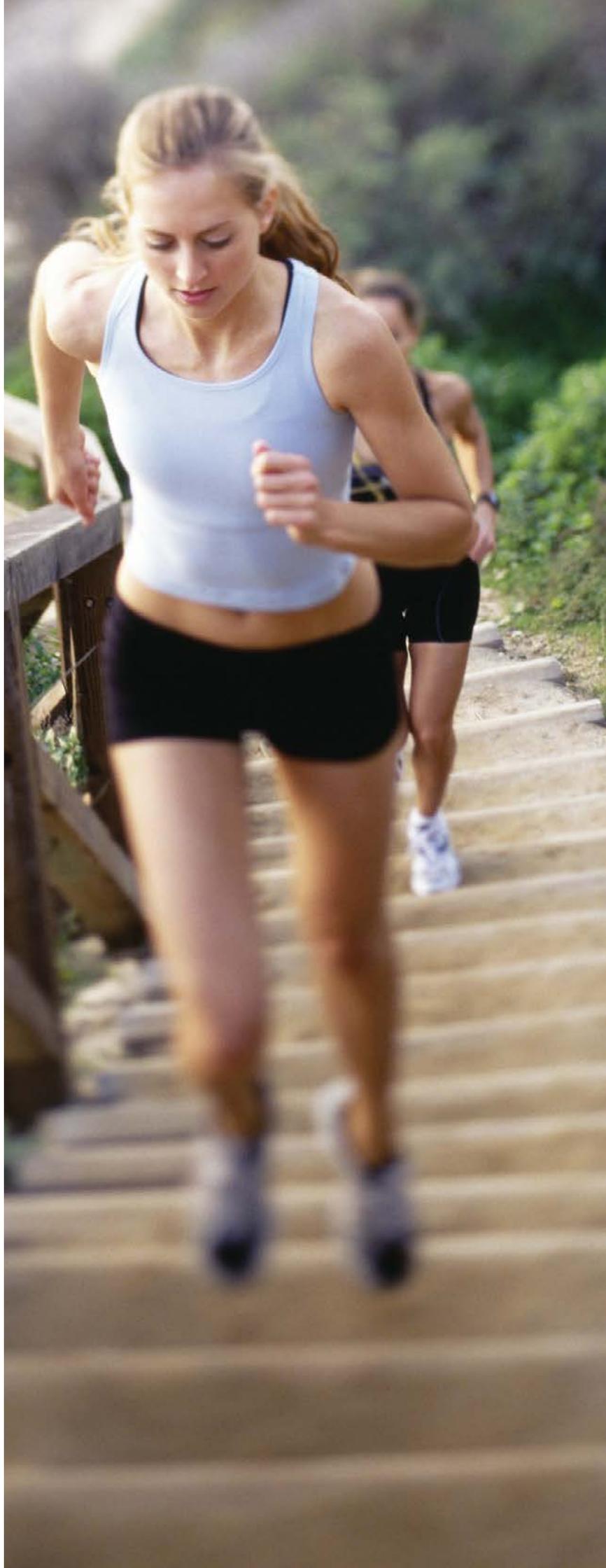
L'EPOC rappresenta in pratica l'incremento del metabolismo e del dispendio energetico che si realizza per diverse ore a seguito dell'allenamento fisico come emerso da diversi studi [Børshheim], [LaForgia], [Smith]. Questa alterazione metabolica viene interpretata come strumento utilizzato dall'organismo per riportare il corpo all'omeostasi, alterata dall'attività fisica stessa.

Ciò che viene riscontrato da numerose ricerche è il fatto che al termine dell'esercizio fisico, l'attività metabolica e il dispendio calorico, misurabili attraverso il reale impiego di ossigeno, non ritornano ai livelli basali, ma rimangono più elevati per un certo tempo che cambia in relazione ad intensità e durata dell'attività stessa. In realtà ciò che emerge dagli studi sino ad ora condotti è che l'intensità ha un impatto notevolmente maggiore sul EPOC rispetto alla durata [Quinn], [Maehlum]. La portata (il quantitativo di energia utilizzata) e la durata (il tempo in cui il consumo di ossigeno rimane elevato) dell'EPOC dipendono dall'intensità e dalla durata dell'esercizio. Infatti possono servire tempi che variano dai 15 minuti alle 48 ore per ripristinare il metabolismo di riposo [Maehlum] e questi tempi dipendono dai suddetti parametri.

Questi effetti sono la conseguenza di molteplici alterazioni biochimiche che si realizzano nell'organismo:

- ossidazione dell'acido lattico prodotto;
- aumento della temperatura corporea;
- aumento dell'attività cardiac;
- necessità di ristabilire le scorte di ATP;
- ripristino delle riserve glicogeniche;
- necessità di ristabilire l'ossigenazione dei tessuti e dei fluidi corporei;
- attivazione del sistema adrenergico con maggiore rilascio di adrenalina e noradrenalina;
- incremento dell'attività tiroidea;
- incremento del rilascio di ormone della crescita;
- riparazione dei tessuti danneggiati;
- sintesi di nuove proteine contrattili muscolari, come effetto supercompensativo.

Da ciò che si evince dagli studi sino ad ora condotti, l'EPOC rappresenta uno dei principali motivi per cui l'esercizio stesso contribuisce in maniera sensibile ad avviare i processi di dimagrimento [Chan], [Trenbley]. Infatti il dispendio energetico generato dall'EPOC risulta di rilevante importan-



za nel generare quello squilibrio calorico necessario per promuovere lipolisi e perdita di grasso. In virtù di quanto detto sino ad ora, è intuibile il fatto che diverse forme di esercizio fisico contribuiscono e produrre EPOC; tuttavia le diverse forme contribuiscono in maniera differente, pertanto esaminiamo come queste agiscano effettivamente sulla realizzazione dell'EPOC.

ATTIVITÀ AEROBICA ED EPOC

In base a quanto già anticipato, cioè che l'entità del EPOC differisce in risposta a intensità e durata dell'attività fisica, è facile comprendere come l'innalzamento dell'EPOC sia strettamente correlato a questi due parametri anche in conseguenza dell'attività fisica di tipo cardiovascolare. Infatti, ciò che è stato evidenziato da studi svolti per valutare il rapporto tra EPOC ed intensità dell'esercizio, è proprio che questo fattore incide drasticamente [Sedlock]. I risultati ottenuti sono i seguenti: in seguito ad attività a bassa intensità e basso volume (frequenza cardiaca di lavoro <65% FCmax, per meno di un'ora), approssimativamente 5 kcal totali in eccesso sono impiegate dopo l'esercizio. A seguito di attività fisica a moderata intensità e maggiore volume (FC di lavoro >65% FCmax per più di un'ora), l'EPOC arriva ad un dispendio approssimativo di 35 kcal totali. A seguito, invece, di esercizio intenso (attorno all' 85% FCmax, quindi esercizio di soglia), il dispendio calorico post-esercizio può arrivare a 180 kcal. Un altro studio condotto nel 1991 ha valutato l'EPOC generato in seguito ad attività corrispondenti al 29%, 50% e 75% del VO₂max per un periodo di 80 minuti, ed è stato evidenziato un incremento maggiore in seguito alla più intensa [Bahr].

Altra ricerca ha confrontato gli effetti dell'esercizio a bassa intensità (50% VO₂max) e a maggiore intensità (75% VO₂max) ed anche nella condizione di stesso dispendio energetico durante l'attività (500 calorie), l'esercizio ad intensità più alta ha causato un EPOC nettamente superiore rispetto all'esercizio di intensità inferiore (45 calorie rispetto a 24 calorie) [Phelain].

Ulteriori ricerche hanno portato a risultati simili ed in sintesi, i dati mostrano chiaramente che l'intensità dell'esercizio è il fattore principale nel determinare l'ampiezza e la durata del EPOC dopo l'attività stessa.

Anche la durata dell'esercizio aerobico condiziona l'EPOC: infatti alcune ricerche mettono in relazione questi parametri. La ricerca riconosce un rapporto diretto tra la durata dell'esercizio e l'EPOC.

Ciad ha studiato gli effetti della durata dell'esercizio (per 30, 45, e 60 minuti) al 70% VO₂max sull'EPOC. Lo studio conclude affermando che l'aumento della durata dell'esercizio influisce significativamente sull'EPOC totale [Ciad]. Lo stesso Bahr, precedentemente menzionato in un altro suo studio, arriva alla stessa conclusione.

È facile pertanto intuire, in virtù di questi dati, come l'EPOC dell'esercizio aerobico a bassa intensità, difficilmente risulta significativo da incidere sul bilancio calorico complessivo, in una dinamica di percorso di attività fisica finalizzata al dimagrimento.



EPOC ED ESERCIZIO AD ALTA INTENSITÀ IN INTERVAL TRAINING (HIIT)

Altre forme di attività come l'High Intensity Interval Training (HIIT), determinano un EPOC maggiore dell'esercizio aerobico. Questo dato emerge da diversi studi [Laforgia], [Kaminski]. Infatti tale forma di lavoro fisico sembra in grado di influenzare significativamente l'ossidazione lipidica post-allenamento e la perdita di grasso [Chan], [Trenbley], [Boutcher]. Come è stato ribadito in precedenza, essendo l'intensità un fattore determinante nel generare EPOC, l'esercizio di tipo anaerobico svolto con l'HIIT, quindi a maggiore intensità, riesce ad influenzarlo più dell'esercizio aerobico e queste ricerche ne sono la dimostrazione.

Già nei primi anni '90, Kaminski evidenziò che allenamenti ad intervalli in HIIT, pertanto attraverso picchi di lavoro oltre la soglia aerobica, alternati a fasi di recupero, fossero in grado di aumentare l'EPOC in misura maggiore rispetto ad attività fisica di tipo continuativo [Kaminski]. Analogamente, Laforgia riporta risultati simili, con sforzi



sovramassimali della durata di un minuto intervallati da 2 minuti di recupero [Laforgia], così come Tremblay nei suoi studi utilizza protocolli di HIIT e raggiunge gli stessi risultati evidenziando anche una maggiore attività di particolari enzimi implicati nella lipolisi [Trenbley].

Questa forma di attività appare quindi particolarmente indicata nelle condizioni finalizzate alla perdita di grasso.

EPOC ED ESERCIZI CON SOVRACCARICHI

Diversi studi sono stati svolti anche per mettere in relazione allenamenti con sovraccarichi e l'EPOC. Queste ricerche evidenziano come in seguito all'esercizio con sovraccarichi l'entità del EPOC sia più elevata rispetto alla classica attività aerobica [Thomton], [Melby]. Sono stati infatti registrati degli incrementi del metabolismo basali di valori compresi tra il 4 e il 7% nelle 24 ore successive ad attività con pesi. Parte di questo incremento pare imputabile all'aumento della sintesi proteica, necessario per riparare i muscoli danneggiati dall'esercizio. Energia che sembra provenire principalmente dai depositi di grasso [Poehlman]. Altri documenti segnalano che la sola sintesi proteica post-esercizio indotta dal danno muscolare contribuisca ad aumentare il metabolismo post-esercizio fino alle 36 ore successive [MacDougall], [Gasier]. È stato suggerito che l'aumento dell'ossidazione di grassi, osservata a seguito dell'esercizio coi pesi, sia dovuto anche al risparmio di glucosio utilizzato per ripristinare il glicogeno muscolare [Pohelman]. Diversi studi comparativi evidenziano che l'EPOC è più elevato e di durata maggiore a seguito dell'allenamento con sovraccarichi rispetto all'allenamento aerobico [Burleson], [Gillete]. Esistono inoltre dati che mostrano come i superset - metodica caratterizzata dall'esecuzione di esercizi per gruppi muscolari diversi in rapida successione - generino un maggiore EPOC rispetto all'allenamento tradizionale [Kelleher]. Tuttavia altre ricerche sembrano individuare nella combinazione attività con pesi associata ad attività aerobica la situazione che determina il mag-

giore dimagrimento [Dolezal], anche come conseguenza di un maggiore dispendio di ossigeno postumo all'attività.

Infine, uno studio comparativo tra allenamento con pesi tradizionale e circuit training ha dimostrato che l'EPOC determinato dall'attività a circuito sia maggiore, pur mantenendo lo stesso volume totale di allenamento (stessi esercizi, stesse serie) [Murphy]. In questo caso l'allenamento coi sovraccarichi tradizionali, eseguendo 3 serie di 6 esercizi, con ripetizioni ad esaurimento all'80% 1RM, è stato confrontato con un circuit training dove sono stati svolti gli stessi 6 esercizi per 3 circuiti, da 10-12 ripetizioni al 50% 1RM; pertanto il volume di lavoro totale di entrambi i programmi è stato simile, ma l'allenamento a circuito ha sviluppato un maggiore dispendio di ossigeno postumo. Da ciò si può concludere che anche l'allenamento con sovraccarichi si può utilizzare come strumento per favorire la perdita di grasso [Sacchi]. Da questi dati è evidente il fatto che il dispendio energetico ottenibile con l'attività fisica non si esaurisca al termine della stessa, ma si protrae anche nelle fasi successive. Questo aspetto risulta particolarmente rilevante nelle dinamiche inerenti al dimagrimento, proprio perché l'incremento del dispendio energetico è fondamentale ai fini della perdita di grasso e questi dati evidenziano come diverse forme di attività fisica siano utili a tale scopo, ma in maniera differente. In conclusione, quindi, svariate ricerche mostrano l'utilità dell'esercizio con sovraccarichi nei programmi di dimagrimento [Sacchi]. In particolare, l'attività fisica di tipo anaerobico - sebbene l'esercizio anaerobico sfrutti prevalentemente il glicogeno muscolare come substrato energetico durante l'attività stessa - nel periodo post-allenamento, il corpo utilizza un maggior quantitativo di lipidi, ottenendo pertanto perdita di grasso, grazie all'incremento del dispendio calorico in atto successivamente e come conseguenza dell'allenamento stesso, generato da cambiamenti metabolici, evidenziati e descritti con il termine EPOC [Melby], [Shuenke], [Binzen], [McCarty], [Phelian], [Hansen]. ■



ABSTRACT

Analysis of the main research conducted on EPOC and assessment of how this may be generated in different measure, depending on the different types of physical activity and hers implication in the fat burning.

BIBLIOGRAFIA – REFERENCES

- Bahr, R. and Sejersted, O.M. 1991. Effect of intensity of exercise on excess postexercise O₂ consumption. *Metabolism*. 1991 Aug;40(8):836-41.
- Bahr R. Excess postexercise oxygen consumption: magnitude, mechanisms and practical implications. *Acta Physiol Scand* 1992
- Bahr et al. Effect of duration of exercise on excess post-exercise oxygen consumption. *Journal of Applied Physiology*, 1987. 62(2), 485-490.
- Binzen et al. Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women. *Med Sci Sports Exerc*. 2001 Jun;33(6):932-8.
- Boutcher et al. The effect of high-intensity intermittent exercise training on autonomic response of premenopausal women. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 39(5 suppl):S165, 2007.
- Boutcher. High-Intensity Intermittent Exercise and Fat Loss. *J Obes*. 2011; 2011: 868305.
- Børsheim E, Bahr R. Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports Med*. 2003;33(14):1037-60.
- Bursleson et al. Effect of weight training exercise and treadmill exercise on post-exercise oxygen consumption. *Med Sci Sports Exerc*. 1998 Apr;30(4):518-22.
- Chad KE, Wenger HA. The effect of exercise duration on the exercise and post-exercise oxygen consumption. *Canadian Journal of Sport Science*, 1988. 13(4), 204-207.
- Chan HH, Burns SF. Oxygen consumption, substrate oxidation, and blood pressure following sprint interval exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2013 Feb;38(2):182-7.
- Dolezal, Potteiger. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. *J Appl Physiol*. 1998 Aug;85(2):695-700.
- Elliot et al. Effect of resistance training on excess post-exercise oxygen consumption. *Journal of Applied Sport Science Research*, 1992. 6(2), 77-81. Gasier et al. Acute resistance exercise augments integrative myofibrillar protein synthesis. *Metabolism*. 2012 Feb;61(2):153-6.
- Gillette et al. Postexercise energy expenditure in response to acute aerobic or resistive exercise. *Int J Sport Nutr*. 1994 Dec;4(4):347-60.
- Hansen et al. The effects of exercise on the storage and oxidation of dietary fat. *Sports Med*. 2005;35(5):363-73.
- Kaminsky LA, Whaley MH. Effect of interval type exercise on excess post-exercise oxygen consumption (EPOC) in obese and normal-weight women. *Medicine in Exercise, Nutrition and Health*, 1993. 2, 106-111.
- Kelleher et al. The metabolic costs of reciprocal supersets vs. traditional resistance exercise in young recreationally active adults. *J Strength Cond Res*. 2010 Apr;24(4):1043-51.
- LaForgia et al. Effects of exercise intensity and duration on the excess post-exercise oxygen consumption. *J Sports Sci*. 2006 Dec;24(12):1247-64.
- Maehlum et al. Magnitude and duration of excess postexercise oxygen consumption in healthy young subjects. *Metabolism*. 1986 May;35(5):425-9.
- MacDougall et al. The time course for elevated muscle protein synthesis following heavy resistance exercise. *Can J Appl Physiol*. 1995 Dec;20(4):480-6.
- McCarty MF. Optimizing exercise for fat loss. *Med Hypotheses*. 1995 May;44(5):325-30.
- Melby et al. Effect of acute resistance exercise on postexercise energy expenditure and resting metabolic rate. *J Appl Physiol*. 1993 Oct;75(4):1847-53.
- Murphy, Schwarzkopf. Effects of Standard Set and Circuit Weight Training on Excess Post-exercise Oxygen Consumption. *J Sppl Sport Sci Res*; 6 (2):88-91, 1992.
- Phelian et al. Post-exercise energy expenditure and substrate oxidation in young women resulting from exercise bouts of different intensity. *Journal of the American College of Nutrition*, 1997. 16(2), 140-146.
- Poehlman ET, Melby C. Resistance training and energy balance. *Int J Sport Nutr*. 1998 Jun;8(2):143-59.
- Quinn et al. Postexercise oxygen consumption in trained females: effect of exercise duration. *Med Sci Sports Exerc*. 1994 Jul;26(7):908-13.
- Sacchi N. Dimagrire con l'alta intensità. *Ed Nonsolofitness* 2012
- Schuenke et al. Effect of an acute period of resistance exercise on excess post-exercise oxygen consumption: implications for body mass management. *Eur J Appl Physiol*. 2002 Mar;86(5):411-7. Epub 2002 Jan 29.
- Sedlock, Darlene A. Post-exercise Energy Expenditure After Cycle Ergometer and Treadmill Exercise. *Journal of Strength & Conditioning Research*. February 1992 - Volume 6 - Issue 1
- Sedlock et al. Effect of exercise intensity and duration on post-exercise energy expenditure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1989. 21(6), 662-666.
- Smith J, Mc Naughton L. The effects of intensity of exercise on excess postexercise oxygen consumption and energy expenditure in moderately trained men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1993;67(5):420-5.
- Thornton MK, Potteiger JA. Effects of resistance exercise bouts of different intensities but equal work on EPOC. *Med Sci Sports Exerc*. 2002 Apr;34(4):715-22.
- Tremblay et al. Impact of exercise intensity on body fatness and skeletal muscle metabolism. *Metabolism*. 1994 Jul;43(7):814-8.