

می‌شود. از جمله‌ی این تغییرات این است که غلظت هورمون‌های آنابولیک نظیر تستوسترون کاهش پیدا می‌کند و برعکس غلظت هورمون‌های کاتابولیک نظیر کورتیزول افزایش می‌یابد و در نهایت بدن به سمت کاتابولیسم پیش می‌رود. Gabriel و همکاران در تحقیق خود در ارتباط با تغییرات هورمون‌های بدن در جریان بیش‌تمرینی عنوان کردند، غلظت هورمون تستوسترون و کورتیزول در جریان تمرینات سنگین و پر فشار به ترتیب کاهش و افزایش می‌یابد (۱۶).

Michael و همکاران نیز در پژوهش خود به مطالعه‌ی تأثیر تمرینات مقاومتی با شدت‌های متفاوت بر میزان کورتیزول بزاقی پرداختند. آن‌ها در نتایج خود اعلام کردند، شدت تمرینات مقاومتی تأثیر زیادی بر میزان ترشح کورتیزول پس از اتمام تمرین دارد؛ به طوری که میزان ترشح کورتیزول در پاسخ به تمرینات مقاومتی شدید افزایش ۹۷ درصدی نسبت به سطوح استراحتی دارد. این میزان تفاوت معنی‌داری با پاسخ کورتیزول به تمرینات مقاومتی سبک داشت (۲).

یافته‌های Passelergue و همکاران در مورد تغییرات کورتیزول بزاقی طی رقابت وزنه برداری در شرایط رسمی و غیر رسمی نشان داد که سطوح کورتیزول به طور معنی‌داری در زمان رقابت رسمی در مقایسه با رقابت غیر رسمی بالاتر بود. همچنین سطوح کورتیزول با سطح عملکرد وزنه برداری در زمان رقابت رسمی همبستگی داشت؛ به گونه‌ای که سطوح کورتیزول بزاقی در وزنه برداران بین‌المللی در مقایسه با وزنه برداران ملی بالاتر بود. نتایج پیشنهاد می‌کند که سطوح بالای کورتیزول با اجرای بهتر وزن برداری همراه است و می‌تواند به عنوان یک عامل مهم در اجرای وزنه برداری مورد توجه قرار گیرد (۱۷).

همچنین، Kraemer و همکاران به مطالعه‌ی تأثیر تمرینات مقاومتی بر هورمون‌های رشد، کورتیزول و هورمون جنسی متصل به گلوبولین و تستوسترون در مردان و زنان پرداختند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان داد، متعاقب تمرین مقاومتی غلظت این هورمون‌ها در مردان و زنان افزایش پیدا کرده بود. غلظت تستوسترون پلازما در زنان در حدود یک دهم مردان است، با این همه نشان داده شد که هنگام تمرین افزایش پیدا می‌کند (۱۸).

در تحقیق دیگری Tremblay و همکاران به بررسی پاسخ هورمون‌های آنابولیک به دو نوع تمرین مقاومتی و استقامتی پرداختند. به این منظور از ۲۲ مرد سالم به عنوان نمونه استفاده شد. تمرین شامل ۴۰ دقیقه دویدن با ۵۰ الی ۵۵ درصد Vo_2max و ۷۵ کیلومتر در هفته بود. نمونه‌های خون قبل از فعالیت ورزشی، ۱، ۲، ۳ و ۴ ساعت بعد از شروع فعالیت ورزشی گرفته شد. آزمودنی‌هایی که تمرین استقامتی کرده بودند تغییرات بسیار کمی در غلظت هورمون‌های تستوسترون و کورتیزول نسبت به ورزشکاران مقاومتی داشتند. این پژوهش همچنین نشان داد پاسخ هورمون‌های کورتیزول و تستوسترون بیشتر به حالت یا شدت تمرین بستگی دارد. به طوری که مردان تمرین کرده‌ی استقامتی دارای غلظت تستوسترون کمتری نسبت به مردان بی‌تحرک هستند، در حالی که مردان تمرین کرده‌ی قدرتی دارای غلظت تستوسترون بیشتری نسبت به دو گروه قبلی هستند (۱۹).

Bird و Tarpenning به بررسی تأثیر ریتم شبانه روزی بر پاسخ تستوسترون و کورتیزول پرداختند. ۱۳ مرد با میانگین سنی $21/8 \pm 2/2$ سال که به مدت ۱۲ ماه تجربه‌ی تمرینات مقاومتی با وزنه را داشتند، در این

تحقیق حاضر در ارتباط با کورتیزول با یافته‌های اکثر تحقیقات قبلی همخوانی و مطابقت دارد.

به نظر می‌رسد دلیل اصلی افزایش غلظت کورتیزول در شرایط استرسی و فشارهای جسمانی تغییر در نحوه‌ی عملکرد محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال باشد (۲۲-۲۳). محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال در پاسخ به تمرینات سنگین و شرایط پر استرس تحریک می‌شود و میزان فعالیت خود را افزایش می‌دهد که نتیجه‌ی آن افزایش ترشح هورمون ACTH و به دنبال آن افزایش ترشح کورتیزول است (شکل ۲).

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد با توجه به امتیازات زیادی که تحلیل‌های کورتیزول خونی در مقایسه با کورتیزول بزاقی دارد و همچنین همبستگی بالایی ($r > 0/9$) که بین سطوح کورتیزول و تستوسترون پلاسمایی و بزاقی در مطالعات انجام شده به دست آمده است، ارزیابی و اندازه‌گیری این هورمون‌ها به خصوص کورتیزول بزاقی می‌تواند هم به عنوان یک روش منتخب مفید در تحقیقات پایه و محیط‌های بالینی و هم به عنوان به عنوان یک ابزار مفید برای برنامه‌ریزی جلسات تمرینی مقاومتی مورد استفاده قرار گیرد.

نتیجه‌ی تحقیق حاضر بیانگر این بود که تمرین مقاومتی سنگین یک اثر قابل توجه و معنی‌داری بر تولید و رها سازی کورتیزول بزاقی دارد، اما اثر معنی‌داری بر روی ریتم شبانه روزی کورتیزول بزاقی در حالت بیداری در مردان بدن‌ساز ندارد.

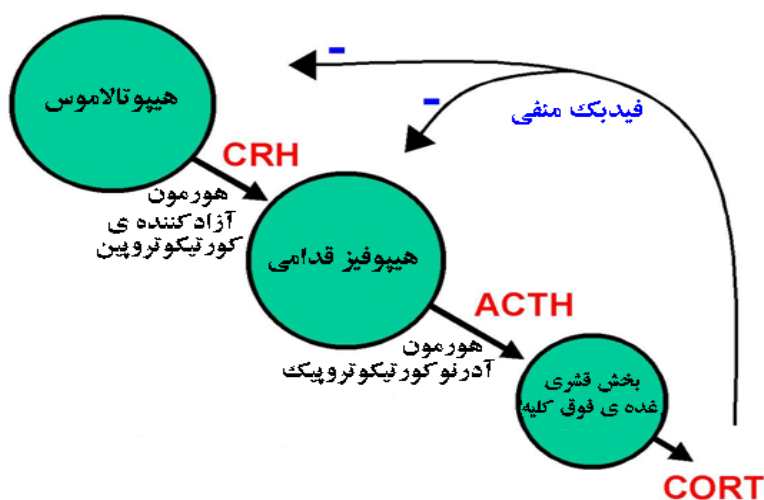
تشکر و قدردانی

از حمایت‌های مالی و معنوی معاونت تحقیقات و

تحقیق شرکت کردند. برنامه‌ی تمرین آنان شامل هشت ایستگاه فعالیت سنگین در دو زمان متفاوت از روز (در ساعت ۶ صبح و ۸ عصر) بود. آزمودنی‌ها ۳ نوبت از ۸ تا ۱۰ تکرار را با ۷۵ درصد یک تکرار بیشینه (1-RM) انجام می‌دادند. نمونه‌ی خون قبل، هنگام و بعد از تمرین گرفته شد. از روش ایمونواسی (Immunoassay) برای تجزیه و تحلیل تستوسترون و کورتیزول سرم استفاده شد. نتیجه‌ی تحقیق نشان داد، انجام فعالیت ورزشی عصر در مقایسه با صبح به طور مثبت پاسخ کورتیزول و نسبت تستوسترون به کورتیزول (T/C) را تغییر می‌دهد. قبل از تمرین در عصر، غلظت کورتیزول به طور معنی‌داری ($P \leq 0/05$) کاهش یافته بود، در نتیجه باعث افزایش نسبت تستوسترون به کورتیزول شده بود. این اطلاعات ثابت می‌کند فعالیت ورزشی پاسخ هورمونی را تحریک می‌کند و با در نظر گرفتن ریتم شبانه روزی می‌توان به متابولیسم دلخواه و مطلوب دست یافت و سازگاری‌های مطلوب عضله‌ی اسکلتی با فعالیت ورزشی مقاومتی بهبود می‌یابد (۲۰).

Dimitriou و همکاران نیز تغییر معنی‌داری در کورتیزول بزاقی صبح هنگام و عصر هنگام پیش از شروع تمرین و در حالت استراحت ($P < 0/05$) را گزارش کردند. این در حالی است که در مطالعات بسیاری کورتیزول در صبح هنگام بیشتر از شب هنگام گزارش شده است که شاید گلوکوکورتونوز و اشتها را افزایش می‌دهد. فعالیت ورزشی به طور معنی‌دار مقدار کورتیزول را افزایش می‌دهد و ممکن است به عنوان فراورده‌ی نهایی فعالیت محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال، به وسیله‌ی شدت تمرین و در دوره‌ی فعالیت ورزشی تحریک شود (۲۱).

با توجه به نکات گفته شده، به نظر می‌رسد نتایج



شکل ۲. محور هیپوتالاموس-هیپوفیز-آدرنال و مکانیسم فعالیت آن (۲۳)

اصفهان)، زحمات کلیه‌ی مسؤولین و ورزشکاران شرکت کننده در تحقیق که پژوهشگران را در انجام این پژوهش یاری رساندند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان و دانشگاه اصفهان، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان

References

1. Kraemer RR, Acevedo EO, Dziewaltowski D, Kilgore JL, Kraemer GR, Castracane VD. Effects of low-volume resistive exercise on beta-endorphin and cortisol concentrations. *Int J Sports Med* 1996; 17(1): 12-6.
2. Michael R, Egan AD, Foster C. Salivary cortisol responses and perceived exertion during high intensity and low intensity bouts of resistance exercise. *J Sports Sci Med* 2003; 3: 8-15.
3. Mackinnon LT. Effects of overreaching and overtraining on immune function. In: Kreider R, Fry A, O'toole M, editors. *Champaign Il: Human Kinetics*; 1997. p. 219-41.
4. Kajiura JS, Macdougall JD, Ernst PB, Younglai ED. Immune response to changes in training intensity and volume in runners. *Med. Sci Sports. Exerc* 1995; 27 (8): 1111-7.
5. Kraemer WJ, Chad L, Jeff S, Volek A, Robbin B. The Effect of heavy resistance exercise on the circadian rhythm of salivary testosterone in men. *Eur. J Appl Physiol* 2001; 84: 13-8.
6. Viru A. Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. *Med Sci Sports Exerc* 2000; 32(1): 202-8.
7. Fry AC, Kraemer WJ, Stone MH, Koziris LP, Thrush JT, Fleck SJ. Relationships between serum testosterone, cortisol and weightlifting performance. *Journal of Strength and Conditioning Research* 2000; 14(3): 338-43.
8. Gotshalk LA, Loebel CC, Nindl BC, Putukian M, Sebastianelli WJ, Newton RU, et al. Hormonal responses of multiset versus single-set heavy-resistance exercise protocols. *Can J Appl Physiol* 1997; 22(3): 244-55.
9. Cooke RR, McIntosh JE.A, McIntosh RP. Is cortisol an important factor in the serum binding of testosterone? *Proceedings of the Endocrine Society Aus* 1990; 33: S53.
10. Daly RM, Rich PA, Klein R. Hormonal responses to physical training in high-level peripubertal male gymnasts. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998; 79(1): 74-81.
11. Mackinnon LT. *Exercise and Immunology*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics; 1998.
12. Greenspan FS, Baxter JD. *Basic and Clinical Endocrinology*. 4th ed. Norwalk, CT: Appleton and Lange; 1994. p. 216-7.
13. Duclos M, Corcuff JB, Arsac L, Moreau-Gaudry F, Rashedi M, Roger P, et al. Corticotroph axis sensitivity after exercise in endurance-trained

- athletes. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1998; 48(4): 493-501.
14. Fagard RH, Tipton CM. Physical activity, fitness and hypertension. In: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, editors. *Physical Activity, Fitness, and Health: International Proceedings and Consensus Statement*. Champaign: Human Kinetics; 1994. p. 697-711.
 15. Kraemer WJ, Hakkinen K, Newton RU, McCormick M, Nindl BC, Volek JS, et al. Acute hormonal responses to heavy resistance exercise in younger and older men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1998; 77(3): 206-11.
 16. Gabriel HH, Urhausen A, Valet G, Heidelbach U, Kindermann W. Overtraining and immune system: a prospective longitudinal study in endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30(7): 1151-7.
 17. Passelergue P, Robert A, Lac G. Salivary cortisol and testosterone variations during an official and a simulated weight-lifting competition. *Int J Sports Med* 1995; 16(5): 298-303.
 18. Kraemer WJ, Dziados JE, Marchitelli LJ, Gordon SE, Harman EA, Mello R, et al. Effects of different heavy-resistance exercise protocols on plasma beta-endorphin concentrations. *J Appl Physiol* 1993; 74(1): 450-9.
 19. Tremblay MS, Copeland JL, Van HW. Effect of training status and exercise mode on endogenous steroid hormones in men. *J Appl Physiol* 2004; 96(2): 531-9.
 20. Bird SP, Tarpenning KM. Influence of circadian time structure on acute hormonal responses to a single bout of heavy-resistance exercise in weight-trained men. *Chronobiol Int* 2004; 21(1): 131-46.
 21. Dimitriou L, Sharp NC, Doherty M. Circadian effects on the acute responses of salivary cortisol and IgA in well trained swimmers. *Br J Sports Med* 2002; 36(4): 260-4.
 22. Banfi G, Dolci A. Free testosterone/cortisol ratio in soccer: usefulness of a categorization of values. *J Sports Med Phys Fitness* 2006; 46(4): 611-6.
 23. Amiri E, Kargarfard M, Marandi SM, Faramarzi M, Dehkordi J. Relationship between salivary testosterone and cortisol concentration with result of questionnaire of early clinical symptoms of overtraining in elite soccer players. *Olympic* 2009; 17(3): 127-37.

The Effect of Heavy Resistance Exercise on Circadian Rhythm of Salivary Cortisol in Male Body Building Athletes

Ardalan Shariat MSc¹, Mehdi Kargarfard PhD², Gholam Reza Sharifi PhD³

Abstract

Background: The aim of the present study was to evaluate the effect of heavy resistance exercise on the circadian rhythm of salivary cortisol in male body building athletes.

Methods: In this balanced, crossover study, 15 healthy resistance-trained men (mean age, weight and height: 21.45 ± 1.10 years, 76.50 ± 4.20 kg, and 178.30 ± 3.60 cm, respectively) with three years of previous experience in resistance exercise were selected. At the time of study, the subjects were involved in a resistance training program of at least three sessions per week. The testing period included two test days per week, incorporating a total of two days of "rest" and two days of "exercise". Subjects were randomly selected to participate on the "rest" and "exercise" days. The heavy resistance exercise protocol consisted of three, ten-repetition sets using 75% of one repetition maximum (1RM). Saliva samples were obtained every two hours for a maximum of 16 hours during each testing day. The repeated measures analysis of variance (ANOVA) was followed by post-hoc LSD test. The significance level was considered as $P \leq 0.05$.

Findings: There was a significant increase in the level of salivary cortisol immediately after the heavy resistance exercise session ($P \leq 0.05$). There were no significant differences between the exercise and control days in circadian rhythm of salivary cortisol ($P \geq 0.05$).

Conclusion: This study showed that heavy resistance exercise had a significant effect on cortisol release immediately post exercise, but did not significantly affect the waking circadian rhythm in male body building athletes

Keywords: Resistance exercise, Circadian rhythm, Salivary cortisol.

¹ School of Physical Education and Sport Sciences, Khorasgan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

² Associate Professor, Department of Sport Physiology, School of Physical Education and Sport Sciences, Isfahan University, Isfahan, Iran

³ Assistant Professor, School of Physical Education and Sport Sciences, Khorasgan Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran

Corresponding Author: Ardalan Shariat MSc, Email: ardalansh2002@yahoo.com