

تأثیر ساعات روز بر پاسخ شاخص های ایمنی مخاطی شناگران مرد جوان نخبه به یک نوبت فعالیت تناوبی شنا

مهدی فرامرزی^۱، عباسعلی گائینی^۲، محمد ارجمند^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰۴/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۸/۲۷

چکیده

ایمنی مخاطی اولین خط دفاعی برابر پاتوژن های مهاجم را شکل می دهد. تغییرات روزانه ایمنی مخاطی ممکن است پاسخ ها به فعالیت ورزشی را تحت تأثیر قرار دهد. مطالعه حاضر با هدف بررسی پاسخ شاخص های ایمنی مخاطی شامل میزان جریان بزاق (SFR)، فعالیت آلفا-آمیلاز بزاقی (sAA)، غلظت ایمونوگلوبولین A بزاقی (sIgA) و میزان ترشح sIgA (sIgASR) به یک نوبت تمرین شنا در ساعات مختلف روز انجام شد. نه شناگر سالم مرد جوان تیم ملی شنا (سن ۱۷/۹±۳/۱ سال؛ انحراف معیار± میانگین) در طرحی counterbalanced در آزمون های ۷:۳۰ صبح (AM_{EX}) و ۱۷:۰۰ عصر (PM_{EX}) شنا (شامل ۱۲×۱۰۰ متر کرال سینه با متوسط ۹۲٪ ضربان قلب بیشینه و شنا-استراحت ۱:۴۵) به فاصله حداقل ۵ روز از یکدیگر و تحت شرایط تجربی یکسان شرکت کردند. بدنبال ۷-۵/۳۰ ساعت ناشتایی (تنها استفاده از آب) و ۷-۸ ساعت خواب شبانه، نمونه های بزاق کامل تحریک نشده ۱۰ دقیقه قبل و بلافاصله بعد از فعالیت ورزشی و نیز ۱، ۳ و ۲۴ ساعت بعد بمدت ۵ دقیقه به داخل لوله هایی استریل با وزنی معین جمع آوری شدند. نمونه های بزاق به روش کالرومتری برای اندازه گیری غلظت sIgA و فعالیت sAA مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. داده ها نیز با استفاده از تحلیل واریانس دو عامله (۲ آزمون×۵ زمان) با اندازه گیری مکرر (آنووا)، آزمون تعقیبی بونفرونی و تی-جفتی تجزیه و تحلیل شدند. متوسط ضربان قلب بعد از تکرارهای شنا، کاهش وزن بعد از فعالیت شنا و حالات خلقی شناگران بهنگام نمونه گیری در هر دو آزمون ورزشی یکسان ($p>0/05$)، و درجه حرارت دهان در PM_{EX} زیادتر بود ($p<0/05$). مقادیر پایه SFR، sIgASR و فعالیت sAA برخلاف غلظت sIgA در PM_{EX} از AM_{EX} زیادتر بود ($p<0/05$). با وجود عدم تغییر معنی-دار SFR، بلافاصله بعد از فعالیت، مقادیر sIgA افزایش یافت ($p<0/001$) که در واقع نتیجه

۱. گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تهران و بخش بیوشیمی، انستیتو پاستور ایران، تهران (نویسنده مسئول)
Email: mfaramarzi.313@alumni.ut.ac.ir

۲. استاد گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه تهران

۳. استادیار بخش بیوشیمی، انستیتو پاستور ایران، تهران

افزایش sIgASR ($p < 0.005$) است. این تغییرات با افزایش فعالیت sAA همراه بودند. همچنین، الگوی پاسخ های sIgASR و sAA برخلاف SFR و sIgA، تفاوتی را به فعالیت در ساعات مختلف روز نشان داد ($p \leq 0.001$). با وجود عدم تغییر SFR، یک نوبت فعالیت تناوبی شنا در هر دو ساعات مختلف روز با افزایش شاخص های ایمنی مخاطی همراه بود و تأثیر ساعات روز تنها بر پاسخ های sIgASR و sAA مشاهده شد. با این حال، ۱ تا ۳ ساعت استراحت زمان کافی ای برای بازگشت تغییرات به شرایط پایه در هر دو زمان بود. در مجموع با توجه به نقش شاخص های ایمنی مخاطی، به نظر می رسد افزایش بیشتر sIgASR، و بالاتر بودن مقادیر SFR و فعالیت sAA مشاهده شده بهنگام عصر، پاسخ های قوی تر ایمنی مخاطی را به همراه داشته باشد.

واژگان کلیدی: ایمنی مخاطی، ایمونوگلوبولین A بزاقی، تغییرات روزانه، شناگران نخبه، آلفا-آمیلاز بزاقی.

مقدمه

تغییرات روزانه^۱ اشاره به تغییرات اندازه های فیزیولوژیکی و عملکرد انسان در طول روز دارد و مطالعات مربوطه به بررسی الگوی پاسخ در ساعات پیش بینی شده ای از روز می پردازد (۲۰). تغییرات شبانه-روزی در بسیاری از متغیرهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی، الگوی پاسخ به فعالیت های ورزشی زیر بیشینه و نسبتاً شدید را تحت تأثیر قرار داده است (۱). ایمنی مخاطی بعنوان بخش مهمی از دستگاه ایمنی نیز در معرض تغییرات روزانه قرار دارد (۲). بزاق و ترکیباتش بخشی از اولین و مهمترین خط دفاع مخاطی برابر پاتوژن های مهاجم را شکل می دهند (۳). شواهد موجود از ارتباط بین تغییرات دستگاه ایمنی مخاطی، ناشی از فعالیت ورزشی سنگین و دوره های تمرینی شدید و متوسط، با عفونت مجاری فوقانی تنفسی (URTI)^۲ حمایت می کنند (۳ و ۴). بزاق با فراهم آوردن اثر شستشوی مکانیکی از مخاط دهان محافظت می کند و تأثیرات ضدویروسی و ضدباکتریایی ایمونوگلوبولین A بزاقی (sIgA)^۳ (اصلی ترین آنتی بادی ترشحات مخاط) مانع از تکثیر ویروسی و اتصال باکتریایی می شود (۳ و ۶). میزان ترشح sIgA (sIgASR)^۴ نیز بعنوان پیش بینی کننده URTI مورد توجه است (۵ و ۴ و ۳). آلفا-آمیلاز بزاقی (sAA)^۵، دیگر پروتئین مهم دفاع مخاطی، نیز موجب اختلال در اتصال و رشد باکتری

1. Diurnal Variation
2. Upper Respiratory Tract Infection (URTI)
3. Salivary Immunoglobulin A (sIgA)
4. sIgA Secretion Rate (sIgASR)
5. Salivary Alpha-Amylase (sAA)

های ویژه می‌گردد (۱۴ و ۳). نتایج متناقصی در رابطه با پاسخ های ایمنی مخاطی وجود دارد. بعد از فعالیت ورزشی کوتاه-مدت کاهش (۱۰)، افزایش (۱۱) یا عدم تغییر (۱۳ و ۱۲) غلظت و میزان ترشح sIgA، و کاهش (۱۰ و ۱۱ و ۱۳) و عدم تغییر (۱۲) میزان جریان بزاق (SFR)^۱ مشاهده شده است. بیشاب و گلیسون (۲۰۰۹) در مقاله مروری خود دلایلی، از جمله تغییرات معمول روزانه، را در توضیح نتایج متناقض بیان کرده اند (۳).

غلظت sIgA برخلاف sIgASR، SFR و sAA، از بالاترین مقادیرش هنگام صبح تا کمترین مقادیرش در غروب کاهش می‌یابد (۱۴ و ۲). بالاترین غلظت sIgA بین ساعت ۴:۰۰ تا ۸:۰۰ گزارش شده است که در ادامه با کاهشی به حالت فلات بهنگام عصر می‌رسد (۲). بیشترین فعالیت sAA نیز در حدود ساعت ۱۸:۰۰ مشاهده شده است (۱۴). تغییرات شبانه-روزانه در گیرنده -آدرنرژیک غدد بزاقی موش و رهایش نورآدرنالین از نرون های اعصاب این غدد (۱۵) -هر دو- نقش ریتم دستگاه عصبی-درون ریز در این تغییرات را آشکار می‌سازد (۱۶ و ۱۵). مقادیر sIgA از راه چندین سازوکار شامل تنظیم میزان ترشح بزاق، میزان سنتز sIgA و انتقال سیتوزی توسط دستگاه عصبی-درون ریز کنترل می‌شود (۶). عموماً مشاهده شده است تحریک سمپاتیک (بوسیله نورآدرنالین) غلظت های بالاتر پروتئین بزاقی (از جمله -آمیلاز) را به همراه دارد؛ در حالیکه افزایش میزان مایع بزاق در پاسخ به تحریک پاراسمپاتیک رخ می‌دهد (۱۷). در جوندگان، ترشح sIgA می‌تواند توسط -هر دو- تحریک سمپاتیک و پاراسمپاتیک افزایش یابد. همچنین مشاهده شده است آدرنالین از راه افزایش انتقال گیرنده Ig پلیمر (pIgR)^۲، ورود IgA انسان توسط سلول های بزاقی موش به درون بزاق را گسترش می‌دهد (۱۸ و ۱۹). نقش روشنی نیز برای افزایش کاتکولامین های پلاسما و فعالیت دستگاه عصبی سمپاتیک (SNS)^۳ در ترشح sAA وجود دارد (۷ و ۹ و ۲۲). با توجه به نقش تنظیمی دستگاه عصبی خودکار بر غدد بزاقی، ترکیبات و ترشح بزاق، و نیز مشاهده تغییرات شبانه-روزی در: (۱) پارامترهای بزاقی با اوج و فرودهایی نزدیک به ساعات صبح و عصر (۲ و ۱۴)، (۲) فعالیت SNS در حالت استراحت با کمترین حد نورایی نفرین بهنگام صبح و افزایشی بسمت ظهر (۲۱)، و (۳) پاسخ دهی به آگونیست -آدرنرژیک (۱۵)، به نظر می‌رسد چنانچه بسیاری از پاسخ های فیزیولوژیکی به فعالیت ورزشی تحت تأثیر ساعات روز قرار دارند (۱ و ۲۰ و ۲۱)، فعالیت ورزشی شدید شنا در ساعات مختلف روز نیز با الگوی متفاوتی از پاسخ متغیرهای بزاقی همراه باشد. با کنترل عوامل

-
1. Saliva Flow Rate (SFR)
 2. Polymeric Ig Receptor (pIgR)
 3. Sympathetic Nervous System (SNS)

مداخله‌گر (۲ و ۳ و ۴ و ۲۰ و ۲۲)، مشاهده پاسخ‌های متفاوت احتمالاً منعکس‌کننده تأثیر تغییرات معمول روزانه در این متغیرها خواهد بود.

مطالعات اندکی تأثیرات ساعات روز بر پاسخ ایمنی مخاطی را بررسی کرده‌اند (۱۱ و ۱۳ و ۲۳). دو ساعت رکابزنی با حدود $60\% \text{VO}_{2\text{max}}$ و ۹۰ دقیقه فعالیت تناوبی ویژه فوتبال (۱۱) در ساعات مختلف روز پاسخ‌های متفاوتی را به همراه نداشته است. با این وجود همبستگی منفی‌ای بین مقادیر پایه ساعات مختلف روز و اندازه پاسخ متغیرهای بزاقی در شناگران کاملاً ورزیده گزارش شده است (۱۳). از سوی دیگر با توجه به طراحی برنامه تمرینی شناگران نخبه در ساعات مختلف روز (صبح و عصر)، بررسی پاسخ‌های کوتاه مدت شاخص‌های ایمنی مخاطی به یک نوبت تمرین تناوبی شنا در ساعات مختلف روز اهمیتی ویژه دارد. با بررسی تغییرات این متغیرها در دوره بازیافت ضمن پالایشی دقیق‌تر می‌توان مدت زمان بازیافت شاخص‌های ایمنی را شناسایی و در طراحی برنامه‌های تمرینی با هدف کاهش اثرات تجمعی سرکوبگرانه فعالیت ورزشی به کاربرد. بنابراین، هدف از مطالعه حاضر بررسی تغییرات روزانه شاخص‌های مخاطی در حالت پایه و پاسخ نشانه‌های ایمنی مخاطی بزاق در ساعات مختلف روز (صبح در برابر عصر) به یک نوبت فعالیت تناوبی شنا در شناگران مرد جوان نخبه بود.

روش شناسی

شرکت‌کنندگان

به دنبال تصویب طرح، نه شناگر مرد جوان حاضر در مرحله آماده‌سازی قبل از مسابقات اردوی سال ۱۳۸۹ تیم ملی شنا (جدول ۱) (بعنوان نمونه‌ای از جامعه شناگران بالاترین سطح تمرینی - رقابتی) پس از دریافت توضیحاتی درباره پژوهش با تکمیل پرسشنامه سلامت و رضایتنامه، داوطلبانه در پژوهش شرکت کردند. در زمان اجرای مطالعه حاضر شناگران بطور معمول در نوبت‌های صبح و عصر به انجام تمرینات می‌پرداختند. فعالیت بدنی سنگین، مصرف دارو، مکمل، کافئین و چای برای ۴۸ ساعت قبل و بعد از آزمون متوقف شد. شناگران در سلامت کامل بودند و بطور منظم بین ساعات ۲۲-۲۴ می‌خوابیدند.

اندازه‌گیری‌های مقدماتی

قبل از شروع آزمون‌های اصلی شنا، مشخصات فردی، آنتروپومتریک و فیزیولوژیکی-عملکردی شناگران از راه پرسشنامه و روش‌های میدانی (بوسیله متر، ترازوی وزن کشی، کالیپر، و اندازه‌گیری دستی نبض کاروتید و کرنومتر) اندازه‌گیری شدند (جدول ۱). قبل از آزمون اصلی با هدف آشنایی با آزمون اصلی شنا، ابزارهای اندازه‌گیری و روش نمونه‌گیری، مراحل آزمون

ورزشی و نمونه‌گیری بطور آزمایشی به اجرا در آمد.

مراحل اجرای پژوهش

دو نوبت آزمون ورزشی در ساعت ۷:۳۰ صبح (AM_{EX}) و ۱۷:۰۰ عصر (PM_{EX}) با فاصله حداقل ۵ روز در نظمی counterbalanced (با هدف کنترل عوامل تأثیرگذار مداخله‌گر از جمله ترتیب آزمون، یادگیری قبلی، عوامل روانشناختی و محیطی) اجرا شد. این نوع طرح پژوهشی به ویژه در مطالعاتی که گروه واحدی از آزمودنی‌ها در آزمون‌های مختلفی شرکت می‌کنند، بکار برده می‌شود. در این نوع روش مطالعاتی ابتدا با توجه به تعداد آزمون‌ها باید آزمودنی‌ها را به گروه‌های مشخصی تقسیم کرد. دلایل انتخاب این ساعات روز، نزدیکی به زمان معمول تمرینات شنا، اوج و فرود روزانه متغیرها، و فاصله ۴۵-۶۰ دقیقه‌ای AM_{EX} از زمان بیدارشدن شرکت‌کنندگان بدون تغییر الگوی خواب بود (۱ و ۲ و ۱۴ و ۲۰). قبل از شروع هر جلسه آزمون شرایط محیطی شامل نور استخر (مقدار وات لامپ‌های روشن)، درجه حرارت استخر و آب، و رطوبت نسبی استخر (هر سه: Hygro-Thermometer, CHINA) بررسی و ثبت شد. با هدف کنترل عوامل مداخله‌گر و همسان‌سازی آزمون‌ها، شناگران بعد از ۷-۵/۳۰ ساعت ناشتایی و ۷-۸ ساعت خواب شبانه وارد استخری با شرایط محیطی یکسان شدند. پس از تخلیه مثانه، وضعیت سلامت، وزن بدن، درجه حرارت دهان و نیمرخ حالات خلقی‌شان (به ترتیب بوسیله: پرسشنامه سلامت، ترازوی دیجیتالی (Camry, EB9021, CHINA)، دماسنج دیجیتالی (Beurermedical, FT09, GERMANY) قرار گرفته در زیر زبان و پرسشنامه POMS) اندازه‌گیری و محدودیت‌های اعلام شده بررسی شد. سپس به دنبال حرکات کششی و ۶۰۰ متر گرم کردن استاندارد شنا، فعالیت تناوبی شنا شامل ۱۲×۱۰۰ متر کرال سینه با ~۹۲٪ ضربان قلب بیشینه، با شنا-استراحت ۱:۴۵ (۱۰۵ ثانیه) اجرا شد. ضربان قلب (HR) بلافاصله بعد از هر ۱۰۰ متر، از راه اندازه‌گیری تعداد نبض کاروتید، ثبت گردید. تغییرات وزن بدن توسط ترازویی با دقت ۰/۱ کیلوگرم اندازه‌گیری شد. آب به اندازه نیاز هنگام آزمون، به جز ۱۰ دقیقه قبل از نمونه‌گیری، و ۳۰ میلی‌لیتر به ازای هر کیلو وزن بدن طی روز قبل استفاده شد. نمونه‌های بزاق کامل تحریک نشده، ۱۰ دقیقه قبل (pre-EX)، بلافاصله بعد (post-EX) و ۱، ۳ و ۲۴ ساعت بعد از فعالیت ورزشی (post-1h, post-3h, post-24h) گرفته شدند. با هدف کنترل تأثیرات غذا در طی آزمون‌ها، غذا و میان‌وعده‌های یکسانی برای ورزشکاران سرو و از مصرف غذایی غیر معمول نیز خودداری شد.

جدول ۱. مشخصات فردی، آنتروپومتریک و فیزیولوژیکی شناگران (تعداد=۹)

سن (سال)	۳/۱ ع ۱۷/۹*
قد (سانتی متر)	۱۸۱/۴ ع ۵/۷
وزن (کیلوگرم)	۷۴/۶ ع ۹/۳
شاخص توده بدن (کیلوگرم بر مترمربع)	۲۲/۶ ع ۲/۱
چربی بدن (درصد)	۱۱/۶ ع ۱/۴
توده خالص بدن (کیلوگرم)	۶۶ ع ۸/۷
تعداد ضربان قلب استراحتی (ضربه در دقیقه)	۵۱/۷ ع ۵
تعداد ضربان قلب بیشینه در فعالیت شنا (ضربه در دقیقه)	۱۸۹/۱ ع ۳/۱
بهترین رکورد فصل تمرینی ۱۰۰ متر کرال سینه (ثانیه)	۵۹ ع ۳/۶
مسافت تمرین شنا در هفته (کیلومتر)	۴۵/۶ ع ۵/۳
سابقه فعالیت شنا (سال)	۹/۱ ع ۲/۲
ساعت بیدارشدن در صبح	۶/۳۷ ع ۰/۰۸
ساعت خوابیدن در شب	۱۰/۴۷ ع ۰/۲۶
مدت زمان خواب شبانه (ساعت)	۷/۳۷ ع ۰/۰۸

* میانگین مع انحراف معیار

جمع آوری و تجزیه و تحلیل بزاق

پس از شستشوی دهان با آب مقطر و قبل از نمونه‌گیری، دهان با فرو بردن بزاق خالی شد. بزاق کامل تحریک نشده برای ۵ دقیقه در لوله استریل با وزن معین به روش passive expectoration جمع‌آوری شد (۱۱). ده دقیقه قبل از نمونه‌گیری (بجز post-EX) شناگران به آرامی نشستند. با در نظر گرفتن چگالی بزاق برابر ۱/۰۰ گرم/میلی‌لیتر، (L/min) SFR با تقسیم وزن نمونه بر زمان جمع‌آوری تعیین شد (۲۴). بلافاصله بعد از جمع‌آوری، نمونه‌ها منجمد و در ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند. نمونه‌ها در درجه حرارت اتاق ذوب و برای ۱۰ دقیقه در ۱/۵۰۰ دور سانتریفیوژ شدند. غلظت (mg/L) sIgA و فعالیت (U/mL) sAA به روش کالرومتری و با کیت‌های Roch آلمان اندازه‌گیری شدند. (g/min) sIgASR با ضرب غلظت sIgA در SFR محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌ها بصورت میانگین مع انحراف معیار ارائه شده‌اند. ابتدا طبیعی بودن، همگنی واریانس‌ها و کرویت داده‌ها بررسی و در جای مناسب روش گرین هوس-قیصر جهت اصلاح درجه آزادی اجرا شد. سپس داده‌ها با استفاده از تحلیل واریانس دو عامله (۲آزمون × ۵زمان) با اندازه‌گیری

مکرر(آنووا)، آزمون تعقیبی بونفرونی و تی-جفتی تجزیه و تحلیل شدند. سطح معنی‌داری $p < 0/05$ قرار داده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها و سایر عملیات آماری با استفاده از نرم افزارهای spss نسخه ۱۶ و Excel انجام گرفت.

یافته‌ها

متغیرهای محیطی و فیزیولوژیکی

نور استخر، درجه حرارت استخر و آب و رطوبت نسبی هوا بین نوبت های آزمون یکسان بود ($p > 0/05$). نتایج ضربان قلب، کاهش وزن و درجه حرارت دهان در جدول ۲ آمده است. متوسط تعداد ضربان قلب و حالات خلقی بین AM_{EX} و PM_{EX} متفاوت نبودند ($p < 0/05$)، اما درجه حرارت در PM_{EX} بالاتر بود ($p = 0/014$). تغییرات وزن معنی دار بود ($p \leq 0/001$)، اما تفاوتی در این کاهش بین AM_{EX} و PM_{EX} مشاهده نشد ($p = 0/447$).

جدول ۲. شدت فعالیت ورزشی و تأثیرش بر HR، درجه حرارت دهان و کاهش وزن بدن (تعداد=۹)

آزمون		
عصر	صبح	
۷۱/۲ع۴/۳	*۷۱/۷ع۴/۵	متوسط زمان ۱۰۰ متر کرال سینه در آزمون شنا (ثانیه)
۸۲/۸ع۰/۹	۸۲/۳ع۰/۷	%بهترین زمان ۱۰۰ متر کرال سینه
۱۷۳/۵۷ع۳	۱۷۳/۶۳ع۳/۱	تعداد ضربان قلب (ضربه در دقیقه)
۹۱/۷۹ع۰/۷	۹۱/۸۱ع۰/۶	%ضربان قلب بیشینه
۰/۳ع۰/۰۷	۰/۲۸ع۰/۰۷	کاهش وزن ناشی از فعالیت ورزشی (کیلوگرم)
۳۶/۹۷ع۰/۵۷	۳۶/۶۲ع۰/۴۸	درجه حرارت دهان (سانتیگراد)

* میانگین مع انحراف معیار

پارامترهای بزاقی

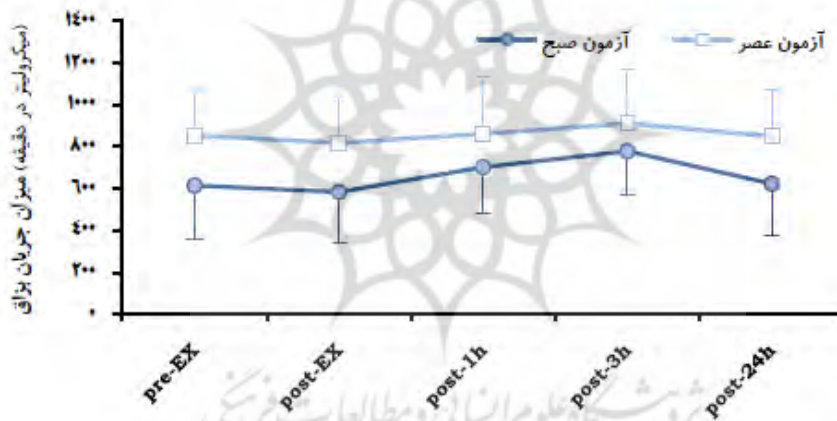
مقادیر پایه sAA، SFR، sIgA و sIgASR تفاوت معنی‌داری بین صبح و عصر نشان داد ($p < 0/05$) (جدول ۳).

جدول ۳. مقادیر پارامترهای بزاقی قبل از فعالیت (تعداد=۹)

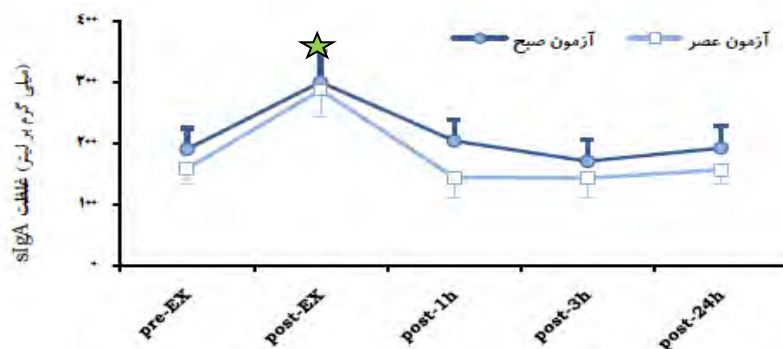
آلفا-آمیلاز (واحد بین المللی در میلی لیتر)	میزان ترشح sIgA (میکروگرم در دقیقه)	غلظت sIgA (میلی گرم بر لیتر)	میزان جریان بزاق (میکرولیتر در دقیقه)	
۵۹۲/۳ ع ۱۱۳/۶	۱۱۲/۹ ع ۳۸/۳	۱۹۰/۱ ع ۳۳/۸	۶۱۴/۹ ع ۲۵۵/۸*	صبح
۹۹۰ ع ۱۱۲/۶	۱۳۱/۴ ع ۲۴/۲	۱۵۸/۲ ع ۲۵/۳	۸۵۲/۷ ع ۲۲۲/۶	عصر

* میانگین انحراف معیار، دمعی داری در مقایسه با صبح ($p \leq 0/05$)

میزان جریان بزاق (SFR). SFR در پاسخ به فعالیت ورزشی تغییر معنی داری نیافت ($p > 0/05$)، و تعامل آزمون و زمان معنی دار نبود ($p = 0/353$) (شکل ۱).

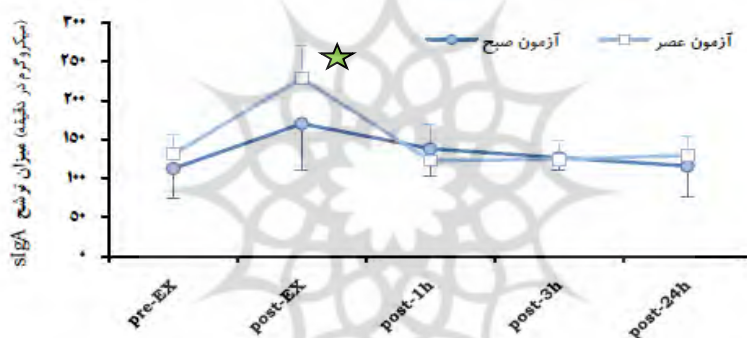
شکل ۱. تغییرات میزان جریان بزاق (میانگین \pm انحراف معیار) (تعداد=۹)

غلظت و میزان ترشح sIgA. غلظت و میزان ترشح sIgA بعد از فعالیت ورزشی افزایش یافت اما یک ساعت بعد به مقادیر پایه بازگشت (تأثیر اصلی زمان: به ترتیب؛ $p < 0/001$ ؛ شکل ۳ و ۲). پاسخ غلظت sIgA مستقل از زمان روز بود، اما برای sIgASR تأثیر تعاملی معنی دار بود ($p = 0/001$).



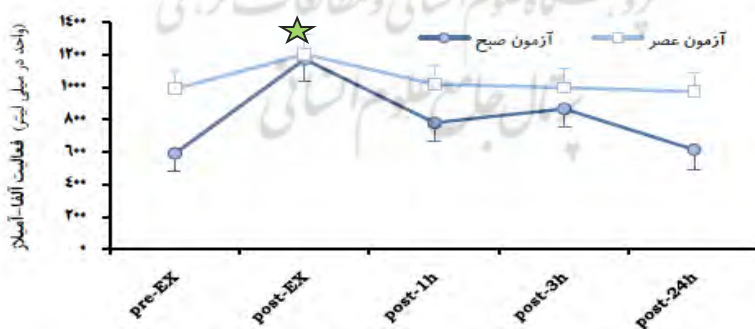
شکل ۲. تغییرات غلظت sIgA (میانگین ± انحراف معیار) (تعداد=۹)

(*زیادتر از دیگر زمان‌ها در آزمون‌های صبح و عصر؛ $p < 0.001$)



شکل ۳. تغییرات میزان ترشح sIgA (میانگین ± انحراف معیار) (تعداد=۹)

(*تفاوت معنی‌دار با قبل از فعالیت در آزمون‌های صبح و عصر؛ به ترتیب $p < 0.05$ و $p < 0.001$)



شکل ۴. تغییرات فعالیت sAA (میانگین ± انحراف معیار) (تعداد=۹)

(*تفاوت معنی‌دار با قبل از فعالیت در آزمون‌های صبح و عصر؛ به ترتیب $p < 0.05$ و $p < 0.001$)

فعالیت آلفا-آمیلاز (sAA). تأثیر اصلی معنی‌دار آزمون ($p < 0/001$)، زمان ($p < 0/001$) و تعامل آزمون و زمان ($p < 0/001$) برای فعالیت sAA وجود داشت (شکل ۴). فعالیت sAA در حد معنی‌داری با فعالیت ورزشی افزایش یافت و ۱ ساعت بعد به مقادیر قبل از فعالیت در هر دو آزمون بازگشت.

بحث و نتیجه گیری

نتایج نشان می‌دهند فعالیت تناوبی کوتاه و شدید شنا بر SFR تأثیر نگذاشت اما موجب افزایش موقت sIgA و sIgASR شد. با توجه به نقش تنظیمی اعصاب خودکار بر ترکیبات و ترشحات بزاق و ارزیابی sAA بعنوان نشانه‌ای از فعالیت آدرنرژیک، به نظر می‌رسد این افزایش احتمالاً با عملکرد آدرنرژیک مرتبط باشند. همچنین، پاسخ های sIgASR و sAA بر خلاف SFR و sIgA در حد معنی‌داری تحت تأثیر زمان روز قرار گرفتند.

بررسی تفاوت بین مقادیر پایه صبح و عصر، زمینه مقایسه پاسخ های AM_{EX} و PM_{EX} را فراهم می‌آورد. با توجه به کنترل عوامل تأثیرگذار (۱ و ۳ و ۴ و ۲۰ و ۲۲)، زیاده‌تر بودن SFR، sIgASR و فعالیت sAA در PM_{EX} و غلظت sIgA در AM_{EX} مطابق با ریتم شبانه-روزی آن‌ها است (۲ و ۱۳ و ۴۱). نوسانات روزانه از ترکیب اجزای درونی (به دلیل "ساعت بدن") و بیرونی ناشی می‌شوند (۱ و ۲۰). با توجه به کنترل تغییرات سبک زندگی، چرخه خواب-بیداری (بویژه با در نظر گرفتن ساعت آزمون صبح در ارتباط با ساعت بیداری) و درجه حرارت محیط، بعنوان عوامل تأثیرگذار بیرونی (۱ و ۲۰)، تفاوت مشاهده شده بین مقادیر پایه را با اطمینان بیشتری می‌توان به ریتم شبانه-روزی نسبت داد. در ضمن، درجه حرارت دهان همه شرکت‌کنندگان، بعنوان نشانه‌ای از ریتم شبانه-روزی (۱ و ۲۰)، در تمام مراحل PM_{EX} از AM_{EX} بالاتر بود. گرچه تأثیرات موضعی دهان به‌نگام اندازه‌گیری ممکن است محدودیتی برای این روش باشد، اما مراقبت از قرار گرفتن دماسنج به زیر زبان و بسته بودن دهان (روشی تکرارپذیر) به دقت صورت گرفت. با وجود محدودیت‌ها درجه حرارت دهان در مطالعه حاضر ارزیابی‌ای کاربردی را فراهم آورد. چرا که محیط استخر و اندازه‌گیری‌های مکرر، و شرایط اجتماعی روش‌های معتبرتر را غیرکاربردی می‌ساخت (۲۸).

با توجه به تأثیر شدت فعالیت ورزشی و حالات خلقی بر پاسخ‌های بزاقی (۳ و ۷)، نبود تفاوت در آن‌ها بین AM_{EX} و PM_{EX} مهم است. اگر چه تعداد ضربان قلب و ظرفیت کاری زیادتری هنگام فعالیت ورزشی عصر نسبت به صبح گزارش شده است (۱ و ۲۱). اما در مطالعه حاضر با هدف یکسان‌سازی شدت فعالیت، سرعت شنا به نوعی انتخاب شد تا تعداد ضربان قلب مشابهی حاصل گردد و شناگران تا حد واماندگی فعالیت نکنند (۲۸). بنابراین، پاسخ متغیرها به فعالیت ورزشی نمی‌تواند با تفاوت در پاسخ‌های فیزیولوژیکی و روانشناختی به فعالیت ورزشی توجیه

شود.

یک نوبت شنای تناوبی موجب تغییر معنی‌دار SFR در هر دو AM_{EX} و PM_{EX} نشد. دیگر مطالعات نیز تأثیر ساعات روز بر پاسخ‌های SFR را مشاهده نکردند (۱۱ و ۱۳ و ۲۳). اما تأثیر فعالیت ورزشی بر SFR متناقض است (۱۰ و ۱۱ و ۱۲ و ۱۳). با توجه به عدم تأثیر فعالیت شنا بر SFR، تفاوت مقادیر post-EX بین AM_{EX} و PM_{EX} در واقع نشان دهنده حفظ اختلاف بین مقادیر pre-EX صبح و عصر (مقادیر پایه) است. این اختلاف خود ناشی از تأثیر ریتم شبانه-روزی بر مقادیر SFR در تمامی زمان‌های نمونه‌گیری است. عدم معنی‌داری تأثیر تعاملی (فعالیت×زمان)، بر تفاوت بین الگوی‌های پاسخ صبح و عصر اشاره دارد، که با توجه به عدم تأثیر فعالیت ورزشی بر SFR، معنی‌دار نشدن اختلاف بین این الگوها است. در واقع بنظر می‌رسد وجود تفاوت در مقادیر post-1h، post-3h، و post-24h بین AM_{EX} و PM_{EX} به تأثیرات ساعات فعالیت ورزشی اشاره دارد. بطوری که این تفاوت با وجود کاهش SFR بعد از فعالیت در مطالعه دیگری نیز مشاهده شده است (۱۳). علل احتمالی کاهش SFR می‌تواند توجیه احتمالی عدم کاهش معنی‌دار SFR در مطالعه حاضر باشد. تاکنون، تأثیر خشکی ناشی از تنفس هوای سرد-خشک (۲۶)، افزایش فعالیت SNS (۲۵)، مهار فعالیت PNS (۳) و آب زدایی (۲۲) علل احتمالی کاهش SFR همراه با فعالیت ورزشی بیان شده‌اند. بنابراین، محیط نسبتاً گرم و مرطوب، حاصل نشدن آستانه سمپاتیک (توسط ۲-آدرنوسپتور) و نهایتاً انقباض عروق غدد بزاقی و کاهش جریان خون و آب برای تولید بزاق (۲۵)، عدم مهار کافی پاراسمپاتیک برای کاهش بزاق‌سازی (۳) و عدم آب زدایی کافی و احتمالاً عملکرد پایین غدد بزاقی^۱ ناشی از کاهش آب پلاسما (کاهش >۲٪ وزن بدن) (۲۲) هنگام AM_{EX} و PM_{EX} می‌تواند بعنوان دلایل احتمالی عدم کاهش SFR در ساعات مختلف روز باشند.

افزایش sIgA و sIgASR بعد از فعالیت ورزشی در مطالعات قبلی (۷ و ۱۱) نیز مشاهده شده است. این افزایش‌ها با مطالعاتی که کاهش (۱۰) و یا عدم تغییر (۱۲ و ۱۳) sIgA و sIgASR را نشان داده‌اند، ناهمسو است. با توجه به عدم کاهش SFR، دلیل افزایش غلظت sIgA، افزایش sIgASR و نه تأثیر تغلیظ بزاق است. بنابراین، شناخت علل افزایش sIgASR مهم است. غدد بزاقی توسط هر دو اعصاب سمپاتیک و پاراسمپاتیک عصب‌رسانی می‌شود (۳). ترشح sIgA اساساً از راه اصلاح روزها سنتز sIgA و یا انتقال سیتوزی فوری، تحریک شده توسط اعصاب سمپاتیک، تنظیم می‌گردد (۶). تغییرات فوری در ترشح sIgA، مشاهده شده در پاسخ به فعالیت ورزشی، بعنوان سازوکار اصلی تأثیر کوتاه-مدت فعالیت ورزشی بر ترشح sIgA پیشنهاد

1. Salivary Gland Hypofunction

می‌شود (۳). در شرایط آزمایشگاهی، sIgA با تحریک - و -آدرنوسپتورها و گیرنده پپتیدرژیک ترشح می‌شود (۳). تحریک کوتاه مدت -آدرنوسپتورها در موش، ترشح sIgA را از راه افزایش انتقال سیتوزی sIgA توسط pIgR در رفتاری مستقل از مقدار^۱، بالاتر از آستانه افزایش می‌دهد (۲۷). بنابراین، فعالیتی که موجب تحریک کافی سمپاتیک در صبح یا عصر شود، می‌تواند برای مدتی کوتاه ترشح sIgA را افزایش دهد. همانطور که در فعالیت ورزشی ما با زمانی نسبتاً کوتاه (>۲۰ دقیقه) دیده شد. بخشی از تناقضات موجود در مورد sIgASR ممکن است با تفاوت در مدت و شدت تحریک (۲۷ و ۲۵ و ۲۷)، وضعیت آب رسانی آزمودنی ها (۲۴) توجیه شوند. افزایش همزمان sAA (بعنوان نشانه فعالیت سمپاتیک) و sIgASR بعد از فعالیت ورزشی از مشارکت SNS (به ویژه از راه -آدرنرژیک) در پاسخ کوتاه-مدت sIgA حمایت بیشتری می‌کند.

تغییرات روزانه سازوکارهای کنترل ترشح sIgA می‌تواند دلیل احتمالی تفاوت بین پاسخ های صبح و عصر sIgASR باشد. با توجه به ارتباط دستگاه ایمنی با دستگاه عصبی-درون ریز، به نظر می‌رسد عملکرد دستگاه ایمنی با عملکرد دستگاه عصبی-درون ریز و تولیدات آنها همراه باشد بطوری که تغییرات شبانه-روزی دستگاه ایمنی همراستا با عملکرد دستگاه عصبی-درون ریز و تغییرات شبانه-روزی تولیدات آنها عمل می‌کند (۱۶). مشارکت نسبی غدد مختلف بزاقی و نقش تنظیمی دستگاه عصبی خودکار در بزاق سازی، بر ترکیب بزاق کامل تأثیر گذاشته است و این ترکیب خود مطابق با ماهیت تحریک عصبی تغییر خواهد یافت (۳). افزایش تدریجی تراکم -آدرنوسپتورها غدد تحت فکی موش، از صبح تا به اوجی قبل از غروب گزارش شده است (۱۵) که با پاسخدهی زیادتر به ایزوپروتینول^۲ (آگونست -آدرنرژیک) همسو است. این خود تأییدی بر وجود تغییرات روزانه در پاسخدهی به آگونست -آدرنرژیک (۱۵)، و احتمالاً پاسخ sIgASR به تحریک ورزشی است. تفاوت بین ساعات اوج غدد مختلف بزاقی و انواع گیرنده ها احتمالاً دلیل عدم مشاهده این تأثیر در دیگر مطالعات است (۱۵) زیرا استرس های مختلف جسمانی موجب پاسخدهی متفاوت غدد مختلف بزاقی می‌شوند (۳).

از آنجاکه اندازه گیری کاتکولامین های موجود در بزاق بعنوان شاخصی ضعیف از فعالیت (اعصاب سمپاتیک) SNS است (۷)، sAA ابزار غیرتهاجمی قوی‌ای برای ارزیابی ارتباط بین SNS و ایمنی مخاطی به دنبال استرس های جسمانی و یا روان شناختی فراهم می‌سازد (۹ و ۱۲). از اینرو در

1. Dose-Independent Manner
2. Isoproterenol

مطالعه حاضر در کنار تأثیرات ایمنی sAA، اندازه‌گیری آلفا-آمیلاز بزاقی با هدف بررسی تغییرات در فعالیت سمپاتیک صورت گرفته است. افزایش sAA در پاسخ به فعالیت ورزشی را می‌توان ناشی از افزایش کاتکولامین‌های پلاسما و فعالیت اعصاب سمپاتیک بر اثر ورزش دانست (۷ و ۹). بطوری که بعد از فعالیت ورزشی نیز همبستگی معنی‌داری میان sAA و غلظت نورآدرنالین پلاسما گزارش شده است (۸). نشان داده شده رهایش آمیلاز با تحریک -آدرنوسپتور افزایش و بر اثر انسداد آن کاهش می‌یابد (۹). در مطالعه حاضر نیز افزایش فعالیت sAA بلافاصله بعد از فعالیت شدید شنا مشاهده شد که موافق با دیگر مطالعات است (۷ و ۲۳). افزایش فعالیت sAA بعد از فعالیت ورزشی ممکن است اثر محافظتی بزاق را افزایش دهد (۳). پاسخ بزرگتر sAA در AMEX شاید به دلیل کمتر بودن مقادیر پایه صبح از عصر باشد (۱۳). با کنترل عوامل مؤثر بر پاسخ sAA (۹ و ۲۴)، تفاوت در پاسخ‌های sAA را با اطمینان بیشتری می‌توان به تأثیرات ریتم شبانه-روزی نسبت داد. زیرا با توجه به یکسان بودن شدت فعالیت ورزشی در AMEX و PMEX به نظر می‌رسد فشار جسمانی یکسانی ایجاد شده باشد. نتایج متفاوت لی و گلیسون (۲۰۰۴) احتمالاً به دلیل نبود تفاوت بین مقادیر پایه صبح و عصر sAA، ناشی از نزدیکی ساعات آزمون است (۲۳). وجود ریتم شبانه-روزی در پاسخدهی به آگونیست -آدرنرژیک و تعداد -آدرنوسپتورهای غدد پاروتید موش (۱۵) را شاید بتوان توجیه احتمالی تأثیرات ساعات روز بر پاسخ آلفا-آمیلاز غدد پاروتید به تحریک فعالیت ورزشی دانست. همچنین با توجه به رهاسازی آمیلاز از غده پاروتید بزاقی بر اثر تحریک گیرنده‌های آدرنرژیک (۹ و ۱۴ و ۱۵) و ترشح sIgA با تحریک آدرنوسپتورها در شرایط آزمایشگاهی (۳ و ۶)، افزایش فعالیت sAA و ترشح sIgA بعد از فعالیت شنا می‌تواند از افزایش مشارکت فعالیت سمپاتیک در پاسخ‌های کوتاه-مدت sIgA حمایت کند؛ که این خود ممکن است فراخوانی sIgA به داخل بزاق را افزایش دهد.

بعنوان نتیجه‌گیری، تفاوت بین مقادیر پایه صبح و عصر متغیرها را می‌توان به تغییرات شبانه-روزی آن‌ها نسبت داد. همچنین، فعالیت تناوبی کوتاه مدت و شدید شنا در شناگران نخبه همراه با مصرف مقادیر کافی آب می‌تواند منتج به افزایش موقتی sIgA و sIgASR بدون تأثیری معنی‌دار بر SFR گردد. به نظر می‌رسد این تغییرات با افزایش فعالیت sAA مرتبط باشند. از سوی دیگر، ساعات روز بر پاسخ‌های sIgASR و فعالیت sAA به فعالیت تناوبی شنا تأثیر گذار بود. اما این تأثیر برای SFR و غلظت sIgA معنی‌دار نبود. این نتایج همچنین نشان می‌دهند، ۱ ساعت استراحت زمان کافی‌ای برای بازیافت تغییرات ناشی از فعالیت شدید شنا در شناگران کاملاً ورزیده است. در مجموع، به نظر می‌رسد تحریک سمپاتیک هنگام فعالیت ورزشی شدید در ساعات مختلف روز به اندازه‌ای بود تا موجب افزایش ترشح sIgA از راه انتقال سیتوزی توسط pIgR گردد، اما به اندازه‌ای قوی نبود تا با مصرف

مقادیر کافی آب موجب تغییر SFR شود.

تشکر و قدردانی

نویسندگان از صمیم قلب مراتب تقدیر و تشکر ویژه خود را از راهنمایی های عالمانه جناب آقای دکتر بهزاد مهدی خبازیان در طول اجرای طرح تحقیقاتی و رهنمودهای ارزنده و صمیمانه جناب آقای دکتر وحید ساری صراف اعلام می کنند و از خداوند مهربان آرزوی بهترین ها را برای این دو همکار عزیز دارند. این مطالعه مستخرج از پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه تهران است.

منابع:

1. Drust B, Waterhouse J, Atkinson G, Edwards B, & Reilly T. (2005) Circadian Rhythms in Sports Performance-An Update. *Chronobiol Int*; 22(1): 21-44.
2. Shirakawa T, Mitome M, & Oguchi H. (2004) Circadian rhythms of S-IgA and Cortisol in Whole Saliva -Compensatory Mechanism of Oral Immune System for Nocturnal Fall of Saliva Secretion-. *Ped Den J*; 14(1):115-20.
3. Bishop NC & Gleeson M. (2009) Acute and chronic effects of exercise on markers of mucosal immunity. *Front Biosci*; 14:4444-56.
4. Fahlman MM & Engels H-J. (2005) Mucosal IgA and URTI in American college football players: a year longitudinal study. *Med Sci Sports Exerc*; 37: 374-80.
5. Gleeson M, Bishop N, Oliveira M, McCauley T, Tauler P, & Muhamad AS. (2012) Respiratory infection risk in athletes: association with antigen-stimulated IL-10 production and salivary IgA secretion. *Scand J Med Sci Sports*; 22(3):410-7.
6. Teeuw W, Bosch JA, Veerman ECI, & Amerongen AVN. (2004) Neuroendocrine regulation of salivary IgA synthesis and secretion: implications for oral health. *Biol Chem*; 385:1137-46.
7. Allgrove JE, Gomes E, Hough J, & Gleeson M. (2008) Effects of exercise intensity on salivary antimicrobial proteins and markers of stress in active men. *J Sports Sci*; 26(6):653-61.
8. Chatterton RT, Vogelsong KM, Lu YC, Ellman AB, & Hudgens GA. (1996) Salivary alpha-amylase as a measure of endogenous adrenergic activity. *Clin Physiol*; 16:433-48.
9. Nater UM & Rohleder N. (2009) Salivary alpha-amylase as a non-invasive biomarker for the sympathetic nervous system: Current state of research. *Psychoneuroendocrinol*; 34:486-96.
10. Usui T, Yoshikawa T, Orita K, Ueda SY, Katsura Y, Fujimoto S, & Yoshimura M. (2011) Changes in salivary antimicrobial peptides, immunoglobulin A and

- cortisol after prolonged strenuous exercise. *Eur J Appl Physiol*; 111(9):2005-14.
11. Sari-Sarraf V, Reilly T, Doran DA, & Atkinson G. (2007) The effects of single and repeated bouts of soccer-specific exercise on salivary IgA. *Arch Oral Biol*; 52:526-32.
 12. Walsh NP, Blannin AK, Clark AM, Cook L, Robson PJ, & Gleeson M. (1999) The effects of high-intensity intermittent exercise on saliva IgA, total protein and -amylase. *J Sports Sci*; 17:129-34.
 13. Dimitriou L, Sharp NC, & Doherty M. (2002) Circadian effects on the acute responses of salivary cortisol and IgA in well trained swimmers. *Br J Sports Med*; 36:260-4.
 14. Rohleder N, & Nater UM. (2009) Determinants of Salivary -Amylase in Humans and Methodological Considerations. *Psychoneuroendocrinol*; 34:469-85.
 15. Vacas MI, Elverdin JC, Chiarenza AP, & Luchelli MA. (2001) Daily changes in -adrenergic sensitivity of rat submandibular gland. Correlation with -adrenoceptor rhythm. *Auton Neurosci: Bas Clin*; 89:1-6.
 16. Kronfol Z, Nair M, Zhang Q, Hill EE, & Brown M. (1997) Circadian Immune Measures in Healthy Volunteers: Relationship to Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis Hormones and Sympathetic Neurotransmitters. *Psychosomatic Med*; 59: 42-50.
 17. Chicharro JL, Lucia A, Perez M, Vaquero AF, & Urena R. (1998) Saliva Composition and Exercise. *Sports Me*; 26 (1): 17-27.
 18. Carpenter GH, Proctor GB, Andersen LC, Zhang XS & Garrett JR. (2000) Immunoglobulin A secretion into saliva during dual sympathetic and parasympathetic nerve stimulation of rat submandibular glands. *Exp Physio*; 85: 281-6.
 19. Carpenter GH, Proctor GB, Ebersole LE & Garrett JR. (2004) Secretion of IgA by rat parotid and submandibular cells in response to autonomic stimulation in vitro. *Int Immunopharmacol*; 4: 1005-14.
 20. Reilly T, & Waterhouse J. (2009) Chronobiology and Exercise. *Med Sport*; 13(1): 54-60.
 21. Reilly T, & Waterhouse J. (2009) Circadian aspects of body temperature regulation in exercise. *J Therm Biol*; 34:161-70.
 22. Walsh NP, Montague JC, Callow N, & Rowlands AV. (2004) Saliva flow rate, total protein concentration and osmolality as potential markers of whole body hydration status during progressive acute dehydration in humans. *Arch Oral Biol*; 49:149-54.
 23. Li TL, & Gleeson M. (2004) The effect of single and repeated bouts of

- prolonged cycling and circadian variation on saliva flow rate, immunoglobulinA and -amylase responses. *J Sports Sci*; 22:1015-24.
24. Laing SJ, Gwynne D, Blackwell J, Williams M, Walters R, & Walsh NP. (2005) Salivary IgA response to prolonged exercise in a hot environment in trained cyclists. *Eur J Appl Physiol*; 93:665-71.
25. Li TL, & Gleeson M. (2005) The effects of carbohydrate supplementation during repeated bouts of prolonged exercise on saliva flow rate and immunoglobulinA. *J Sports Sci*; 23(7):713-22.
26. Tomasi TB, Trudeau FB, Czerwinski D, & Erredge S. (1982) Immune parameters in athletes before and after strenuous exercise. *J Clin Immunol*; 2:173-8. .
27. Proctor GB, Garrett JR, Carpenter GH, & Ebersole LE. (2003) Salivary secretion of immunoglobulinA by submandibular glands in response to autonomic infusions in anaesthetised rats. *J Neuroimmunol*; 136:17-24.
28. L. Martin & K. Thompson. (2000) Reproducibility of Diurnal Variation in Sub-Maximal Swimming. *Int J Sports Med*; 21: 387-392.

ارجاع دهی به روش APA

فرامرزی مهدی، گائینی عباسعلی، ارجمند محمد، (۱۳۹۲)، تأثیر ساعات روز بر پاسخ شاخص های ایمنی مخاطی شناگران مرد جوان نخبه به یک نوبت فعالیت تناوبی شنا، فیزیولوژی ورزشی، (۱۸): ۳۸-۲۳.

ارجاع دهی به روش ونکوور

فرامرزی مهدی، گائینی عباسعلی، ارجمند محمد. تأثیر ساعات روز بر پاسخ شاخص های ایمنی مخاطی شناگران مرد جوان نخبه به یک نوبت فعالیت تناوبی شنا. فیزیولوژی ورزشی. ۱۳۹۲؛ (۱۸): ۳۸-۲۳.