*Journal of Police Medicine*

Winter 2016; Vol. 4, No. 4: 255-260

Original Article

# Diving Effect of Male Scuba Divers in Different Depth on Serum Enzymes Alanine Aminotransferase and Aspartate Aminotransferase

**Received:** 20 October 2015 **Revised:** 21 November 2015 **Accepted:** 5 December 2015

Ali Ebrahimi[1]
Ebrahim Banitalebi[2*]
Seyed Ehsan Amirhoseini[3]
Esmaeil Azimian[4]

[1]M.Sc, Exercise Physiology, Department of Physical Education, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran.

[2]Assistant Professor, Exercise Physiology, Department of Physical Education, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

[3]Department of Physical Education, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran.

[4]M.Sc, Exercise Physiology, Department Exercise Physiology, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.

[*]**Corresponding Author:**
Ebrahim Banitalebi
Tel: (+98)3832326385
email: banitalebi.e@gmail.com

## ABSTRACT

***Background:*** The most sensitive and widely used liver enzymes for detecting are the aminotransferases. The purpose of this study was to evaluate the effects of diving effect of male scuba divers in different depth on aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT).

***Materials and Methods:*** 12 members of the Red Crescent and rescue divers recruited voluntarily from Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad Province , with an average age of 28.83 ± 2.63 years, weight 77.5 ± 7.16 kg ,and height 175.33 ± 2.88 cm participated in this study.To perform this research project, a pre-test and post-test group with repeated measures was used to test the first day of the depth of 10 m, the second day in a depth of 20 meters and the third day in a depth of 30 meters for 20 minutes by the 40 to 50% heart rate reserve as they sweep diving. Participants at a height of three meters to the water level had safety stop for five minutes. Before and after diving seven cc bloods were taken from all subjects. In order to analysis of data mean and standard deviation were used and inferential statistics analysis of variance with repeated measures was used to evaluate the normal distribution.

***Results:*** Increase environment pressure caused by Scuba deep Diving had no significant effect on serum AST ($p > 0.05$). Also, increase environment pressure was significant impact on serum ALT from Scuba Diving ($p < 0.05$); so that, serum ALT in the depths of 20 and 30 meters was significantly reduced compared to the depth of 10 meters. Also diving regardless of pressure (depth) no significant effect on serum ALT ($p > 0.05$).

***Conclusion:*** It seems that the alter in depth in the range of 10 to 30 meters does not cause significant changes in serum levels of these two liver enzymes.

***Keywords:*** scuba diving, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase

زمستان ۱۳۹۴- دوره ۴- شماره ۴- صفحات ۲۶۰-۲۵۵

**مجله طب انتظامی**

مقاله تحقیقی

# اثر غواصی در اعماق مختلف بر میزان آنزیم‌های آلانین ترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز سرمی مردان غواص

**تاریخ دریافت:** ۱۲ آذر ۱۳۹۳ **تاریخ اصلاح:** ۲۹ فروردین ۱۳۹۴ **تاریخ پذیرش:** ۶ اردیبهشت ۱۳۹۴

## چکیده

**مقدمه:** حساس‌ترین و پرمصرف‌ترین آنزیم‌های تشخیصی کبد، آمینوترانسفرازها هستند. هدف از این تحقیق بررسی اثر غواصی در اعماق مختلف بر آلانین ترانسفراز (ALT) و آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) مردان غواص بود.

**مواد و روش‌ها:** بدین منظور ۱۲ نفر از غواصان جمعیت هلال احمر و امداد و نجات استان کهگیلویه و بویراحمد به‌طور داوطلب با میانگین سن ۲/۶۳ ± ۲۸/۸۳ سال، وزن ۷/۱۶ ± ۷۷/۵ کیلوگرم و قد ۲/۸۸ ± ۱۷۵/۳۳سانتی‌متر در این تحقیق شرکت کردند. در اجرای این تحقیق طرح یک گروهی پیش‌آزمون و پس‌آزمون با اندازه‌گیری‌های تکراری مورداستفاده قرار گرفت آزمودنی‌ها در روز اول در عمق ۱۰ متر، روز دوم در عمق ۲۰ متر و روز سوم در عمق ۳۰ متر به مدت ۲۰ دقیقه با شدت ۴۰ تا ۵۰ درصد ضربان قلب ذخیره‌ای به‌صورت رفت و برگشت غواصی کردند. آزمودنی‌ها در ارتفاع سه متری تا سطح آب به مدت پنج دقیقه سیفتی استاپ داشتند. قبل و پس از غواصی از همه آزمودنی ها هفت سی‌سی خون‌گیری به عمل آمد. جهت تجزیه و تحلیل یافته‌ها از میانگین و انحراف معیار و در بخش آمار استنباطی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری جهت بررسی توزیع طبیعی یافته‌ها استفاده گردید ($p < ۰/۰۵$).

**یافته‌ها:** افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی در اعماق دریا اثر معنی‌داری بر سطح AST سرمی ندارد ($p > ۰/۰۵$). همچنین، افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی در اعماق دریا اثر معنی داری بر سطح ALT سرمی دارد ($p < ۰/۰۵$)، به‌طوری‌که سطح ALT سرمی در اعماق ۲۰ و ۳۰ متر به طور معنی‌داری نسبت به عمق ۱۰ متر کاهش می‌یابد. همچنین فعالیت بدنی حین غواصی صرف نظر از میزان افزایش فشار (عمق) اثر معنی‌داری بر سطح ALT سرمی ندارد ($p > ۰/۰۵$).

**نتیجه‌گیری:** به نظر می‌رسد تغییر در عمق غواصی در محدوده ۱۰ تا ۳۰ متر سبب تغییر معنی‌دار در سطح سرمی دو آنزیم کبدی نمی‌شود.

**کلید واژه‌ها:** غواصی، آلانین ترانسفراز، آسپارتات آمینوترانسفراز

**علی ابراهیمی** [۱]
**ابراهیم بنی طالبی** [۲*]
**سید احسان امیر حسینی** [۳]
**اسماعیل عظیمیان** [۴]

[۱] کارشناس ارشد، فیزیولوژی ورزش، گروه تربیت بدنی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.
[۲] استادیار گروه تربیت بدنی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.
[۳] گروه تربیت بدنی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.
[۴] کارشناس ارشد، فیزیولوژی ورزش، گروه فیزیولوژی ورزش، دانشکده تربیت بدنی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران.

**[*] نویسنده مسئول:**
ابراهیم بنی طالبی
تلفن: ۳۸۳۲۳۲۶۳۸۵(۹۸+)
پست الکترونیک:
banitalebi.e@gmail.com

## مقدمه

غواصی در اعماق به‌صورت تفریحی، پرطرفدارترین بخش غواصی در جهان می باشد. غواصی علاوه بر اینکه کاربردهای صنعتی، پژوهشی و نظامی دارد، برای ورزش و تفریح هم انجام می‌شود. امروزه ورزش غواصی تفریحی به‌صورت همگانی درآمده و به شکل گسترده ای در بسیاری از کشورهای جهان فعالیتی مفید، مفرح، لذت‌بخش و نیز منبع درآمد در صنعت اکوتوریسم شده است [۱]. یکی از روش های غواصی، غواصی با تجهیزات تنفسی زیر آب

*Journal of Police Medicine*
Winter 2016; Vol. 4, No. 4: 255-260

غواصی اسکوبا است. در این روش غواص با همراه داشتن هوای فشرده تنفسی که درون سیلندر غواصی ذخیره شده است به زیر آب رفته و غواصی می‌کند [۳ و ۲]. همان‌طور که مشاهده می‌شود افراد بسیاری چه به‌صورت تفریحی و چه به‌صورت حرفه‌ای با دنیای زیر آب و مسائل و مشکلات مربوط به آن درگیر می‌باشند. هنگام ورود به دنیای زیر آب اولین مسئله‌ای که برای غواص به وجود می‌آید افزایش فشار محیطی می باشد که این افزایش فشار محیطی می‌تواند بر کارایی فیزیولوژیکی بدن او تأثیراتی را داشته باشد و چنانچه غواص به این تأثیرات آگاهی نداشته باشد، مشکلات و صدمات فیزیولوژیکی خاصی برای او به وجود می‌آید [۶-۴]. تمامی مشکلات به وجود آمده در اعماق آب ناشی از افزایش فشار محیطی بوده که روی گازهای تنفسی و محیط‌های پرشده از گاز در داخل بدن تأثیر می‌گذارد [۸ و ۷].

با توجه به این افزایش فشار این احتمال وجود دارد که سیستم کبدی تحت فشار قرار گرفته و دستخوش تغییراتی گردد. فعالیت ترانس آمینازها در محیط‌های پرفشار یک جنبه مهم در فیزیولوژی غواصی می باشد [۹]. حساس ترین و پرمصرف ترین آنزیم های تشخیصی کبد، آمینوترانسفرازها هستند. تعدادی از مطالعات افزایش در فعالیت آنزیم‌های کبدی مثل آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) و آلانین آمینوترانسفراز (ALT) را در طول و بعد از غواصی مشاهده کردند [۱۰ و ۹].

ALT یا ترانس آمیناز پیرووبک گلوتامیک سرم (SGPT) و AST یا ترانس آمیناز اگزالواستیک سرم (SGOT) در تشخیص بیماری‌های کبدی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۳-۱۰].

تغییرات در فعالیت آنزیم های کبدی در اعماق ۲۷۰-۳۰۰ متری مشاهده شد. این افزایش تا حدودی می تواند مربوط به استرس روانی باشد تا تأثیرات فیزیولوژیکی [۱۰]. اما در تحقیقات دیگری نشان دادند که به دنبال غواصی تغییرات ریخت شناسی در سلول‌های کبدی مشاهده شد که می‌تواند ناشی از دیستروفی بافت کبدی باشد [۱۴ و ۸]. در تحقیق دیگری مشاهده شد که سطوح ALT و AST تا حدود ۵ برابر مقادیر پایه به دنبال غواصی افزایش نشان داد [۱۰]. در تحقیق دینچ و همکاران (۲۰۱۲) نیز افزایش معناداری در سطوح AST و ALT مشاهده کردند که نشان دهنده انسداد جریان خون و آسیب به سلول های اندوتلیال بافت می‌باشد [۱۱].

با توجه به هزینه بالای وسایل و تجهیزات غواصی، تحقیقات زیادی درزمینه‌ی غواصی صورت نگرفته است و نتایج تحقیقات موجود ضد و نقیض هستند با توجه به موقعیت جغرافیایی ایران و اهمیت غواصی در این کشور همچنین نبودن راهنمای دقیق و استانداردی جهت تدوین برنامه‌های غواصی برای افراد دارای اختلالات قلبی-عروقی، فشار خونی و تنگی عروقی و همچنین مشخص نبودن مناسب‌ترین عمق برای انجام تمرین و فعالیت بدنی بنابراین مطالعه حاضر به دنبال پاسخ به این سؤال است که آیا ۲۰ دقیقه غواصی در اعماق ۱۰، ۲۰ و ۳۰ متر دریا اثر معنی‌داری بر مقادیر سرمی آلانین آمینوترانسفراز (ALT) و آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) کبدی دارد. همچنین آیا تفاوتی بین حرکت و بدون حرکت ایستادن در اعماق ۱۰، ۲۰ و ۳۰ متر دریا وجود دارد؟

## مواد و روش‌ها

روش مطالعه از نوع کاربردی و نیمه تجربی می‌باشد. جامعه آماری تحقیق حاضر را غواصان تیم امداد و نجات هلال احمر استان کهکیلویه و بویر احمد تشکیل دادند. تعداد ۱۲ نفر از جامعه آماری به صورت تصادفی و پس از پر کردن پرسشنامه سلامت و فرم رضایت‌نامه آگاهانه به‌عنوان نمونه آماری انتخاب خواهند شد.

متغیرهای مستقل در این تحقیق افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی در اعماق ۱۰، ۲۰، ۳۰ متر دریا بود. متغیرهای وابسته آنزیم‌های آلانین ترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز کبدی است.

جهت اجرای تحقیق پس از تهیه و توزیع کاربرگه اعلام آمادگی تعداد افراد داوطلب مشخص شد که از آن تعداد ۱۲ نفر به‌عنوان نمونه آماری انتخاب گردید. پس از پر کردن کاربرگه‌های اطلاعات فردی و رضایت‌نامه آگاهانه متغیرهای همچون وزن و قد آزمودنی‌ها توان هوازی آزمودنی‌ها اندازه‌گیری شد. سپس آزمودنی‌ها بر اساس توان هوازی به دو گروه همسان شش نفره تقسیم شدند. اجرای تحقیق حاضر در سطح دریا در آب‌های آزاد قشم انجام شد. جهت اجرای این تحقیق در ابتدا از همه آزمودنی‌ها خون‌گیری به عمل آمد (در وضعیت ناشتا) در ادامه گروه یک به مدت ۲۰ دقیقه در عمق ۱۰ متر بدون هیچ‌گونه حرکتی قرار می‌گیرند و گروه دو در این عمق به مدت ۲۰ دقیقه در یک مسافت ۲۰ متری به‌صورت رفت و برگشتی غواصی می‌کنند، پس از پایان ۲۰ دقیقه هر دو گروه به سطح آب می‌آیند و مجدداً خون‌گیری به عمل آمد. ۲۴ ساعت بعد همچنین ۴۸ ساعت بعد همانند جلسه اول تمامی آزمودنی‌ها در اعماق ۲۰ و ۳۰ متر غواصی نمود و مشابه با این جلسه قبل و بعد از غواصی از تمامی آن‌ها خون‌گیری به عمل آمد. لازم به ذکر است که از غواصان گروه دو خواسته شد که با شدت ۵۰-۶۰ حداکثر ضربان قلب در یک مسافت ۲۰ متری غواصی نمایند. تمام شرایط محیطی شامل نقطه جغرافیایی، دمای آب، زمان غوص رفتن و نیز تجهیزات مورد استفاده غواصی برای همه آزمودنی‌ها و اعماق مختلف غواصی یکسان بود. تجهیزات غواصی مورد استفاده Sherwood Scuba ساخت کشور امریکا بود.

**مجله طب انتظامی**
زمستان ۱۳۹۴- دوره ۴- شماره ۴- صفحات ۲۶۰-۲۵۵

در این تحقیق جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ استفاده شد. برای توصیف آماری داده‌ها از میانگین و انحراف معیار و برای آمار استنباطی از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های تکراری استفاده شد. سطح معنی‌داری ($p = ۰/۰۵$) در نظر گرفته شد.

**یافته‌ها**

در این تحقیق آزمودنی‌ها دارای میانگین سنی ۲/۶۳ ± ۲۸/۸۳ سال، میانگین قد ۲/۸۸ ± ۱۷۵/۳۳ سانتی‌متر و میانگین وزن ۷/۱۶ ± ۷۷/۵ کیلوگرم بودند در جدول ۱ مقادیر اندازه‌گیری شده سرمی آنزیم‌ها در اعماق مختلف، قبل و بعد از غواصی ارائه شده است. نتایج تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق در جدول ۲ نشان می‌دهد که افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی در اعماق دریا اثر معنی‌داری بر سطح AST سرمی ندارد ($p = ۰/۰۶$). همچنین فعالیت بدنی حین غواصی صرف‌نظر از میزان افزایش فشار (عمق) اثر معنی‌داری بر سطح AST سرمی نداشت ($p = ۰/۱۵$). از طرف دیگر نتایج این جدول تعامل معنی‌داری بین عمق و فعالیت بدنی را نشان نداد ($p = ۰/۵۹$). از این‌رو افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی اثر معنی‌داری بر تغییرات AST سرمی مردان غواص نداشت.

همچنین نتایج تجزیه و تحلیل یافته‌های تحقیق در جدول ۳ نشان می‌دهد که افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی در اعماق دریا اثر معنی‌داری بر سطح ALT سرمی دارد ($p = ۰/۰۰۳$)، به‌طوری‌که نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که سطح ALT سرمی در اعماق ۲۰ ($p = ۰/۰۲$) و ۳۰ متر ($p = ۰/۰۰۸$) به‌طور معنی‌داری نسبت به عمق ۱۰ متر کاهش می‌یابد. همچنین فعالیت بدنی حین غواصی صرف‌نظر از میزان افزایش فشار (عمق) اثر معنی‌داری بر سطح ALT سرمی ندارد ($p = ۰/۷۴$) از طرف دیگر نتایج این جدول تعامل معنی‌داری بین عمق و فعالیت بدنی را نشان داد ($p = ۰/۰۱$) لذا افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی اثر معنی‌داری بر تغییرات ALT سرمی مردان غواص داشت.

جدول ۱: مقادیر ALT و AST سرمی در اعماق مختلف (نتایج بر اساس میانگین و انحراف استاندارد گزارش شده است)

| فعالیت | متغیرها | قبل از غواصی | بلافاصله بعد از غواصی |
|---|---|---|---|
| | AST | ۲۳/۸۰±۳/۲۷ | ۲۴/۸۰±۶/۰۵ |
| عمق ۱۰ متر | ALT | ۳۰/۶۰±۹/۲۳ | ۳۰/۶۰±۴/۲۷ |
| | ALP | ۱۸۴/۸۰±۲۹/۳۸ | ۱۷۸/۲۰±۳۰/۵۴ |
| | AST | ۱۹/۶۰±۲/۳۰ | ۱۹/۶۰±۲/۶۰ |
| عمق ۲۰ متر | ALT | ۲۲/۸۰±۵/۴۹ | ۲۲/۰۰±۵/۳۳ |
| | ALP | ۱۸۲/۸۰±۲۹/۴۳ | ۱۸۱/۶۰±۲۵/۶۷ |
| | AST | ۱۹/۸۰±۲/۷۷ | ۲۲/۲۰±۵/۱۱ |
| عمق ۳۰ متر | ALT | ۲۳/۰۰±۷/۹۰ | ۲۲/۴۰±۷/۶۶ |
| | ALP | ۱۷۹/۴۰±۲۷/۳۰ | ۱۷۹/۸۰±۳۰/۷۳ |

**بحث و نتیجه‌گیری**

هدف کلی مطالعه حاضر بررسی اثر یک دوره غواصی در اعماق مختلف بر میزان آنزیم های آلانین ترانسفراز و آسپارتات آمینوترانسفراز کبدی مردان غواص می‌باشد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد، افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی در اعماق دریا اثر معنی‌داری بر سطح AST سرمی مردان غواص ندارد. همچنین، افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی در اعماق دریا اثر معنی‌داری

**جدول ۲:** نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری برای تغییرات AST در اعماق ۱۰، ۲۰ و ۳۰ متر

| منبع تغییرات | مجموع مربعات | میانگین مربعات | درجه آزادی | F | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| عمق | ۱۱۶/۴۶ | ۵۸/۲۳ | ۲ | ۵/۴۸ | ۰/۰۶ |
| خطا | ۸۴/۸۶ | ۱۰/۶۰ | ۸ | | |
| فعالیت بدنی | ۹/۶۳ | ۹/۶۳ | ۱ | ۳/۰۷ | ۰/۱۵ |
| خطا | ۱۲/۵۳ | ۳/۱۳ | ۴ | | |
| تعامل عمق و فعالیت بدنی | ۷/۲۶ | ۳/۶۳ | ۲ | ۰/۵۵ | ۰/۵۹ |
| خطا | ۵۲/۰۶ | ۶/۵۰ | ۸ | | |

*Journal of Police Medicine*
Winter 2016; Vol. 4, No. 4: 255-260

جدول ۳: نتایج آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری تکراری برای تغییرات ALT در اعماق ۱۰، ۲۰ و ۳۰ متر

| منبع تغییرات | مجموع مربعات | میانگین مربعات | درجه آزادی | F | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| عمق | ۳۸۸/۴۶ | ۱۹۴/۲۳ | ۲ | ۱۳/۱۰ | ۰/۰۰۳ |
| خطا | ۱۱۸/۵۳ | ۱۴/۱۸ | ۸ | | |
| فعالیت بدنی | ۰/۳۰ | ۰/۳۰ | ۱ | ۰/۱۲ | ۰/۷۴ |
| خطا | ۹/۵۳ | ۲/۳۸ | ۴ | | |
| تعامل عمق و فعالیت بدنی | ۶/۲۰ | ۳/۱۰ | ۲ | ۷/۱۵ | ۰/۰۱ |
| خطا | ۳/۴۶ | ۰/۴۳ | ۸ | | |

بر سطح ALT سرمی مردان غواص داشت، به طوری که سطح ALT سرمی در اعماق ۲۰ و ۳۰ متر به‌طور معنی‌داری نسبت به عمق ۱۰ متر کاهش می یابد. همچنین فعالیت بدنی حین غواصی صرف نظر از میزان افزایش فشار (عمق) اثر معنی داری بر سطح ALT سرمی مردان غواص نداشت.

مطالعات مختلفی در رابطه با غواصی صورت گرفته است که اغلب به بررسی تغییرات حداکثر اکسیژن مصرفی و ضربان قلب پرداخته‌شده است. همان‌طور که در تحقیقات قبلی اشاره شده است فعالیت ترانس‌آمیناز یک جنبه مهم از فیزیولوژی غواصی می‌باشد. تعدادی از مقالات اشاره کردند که افزایش فعالیت آنزیم‌های سرمی مثل ALT و AST در طول و بعد از غواصی از مسیرهای مهم سیگنال پاتوفیزیولوژی غواصی می‌باشد [۱۰ و ۹]. در تحقیقی نشان داد که تغییرات فعالیت آنزیم‌های کبدی می‌تواند ناشی از استرس روانی باشد که افراد هنگام غواصی به دلیل قرار گرفتن طولانی باشد تا اثرات ناشی از گاز پرفشار هلیم [۱۵ و ۸]. برخلاف تحقیق ما که نشان داد که افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی در اعماق دریا اثر معنی داری بر AST ندارد، اما تأثیر معناداری بر ALT داشت، نشان داد که فعالیت این آنزیم‌ها در بیماران کاهش سریع فشار بعد از ۴۸ ساعت بازگشت از محیط پرفشار در عمق ۱۸/۳ متر افزایش نشان داد. که در بسیاری موارد این افزایش ها همراه با حباب‌های داپلر بود [۱۰]. بعلاوه برخلاف تحقیق ما، به دنبال یک دوره غواصی کوتاه‌مدت افزایش فعالیت این آنزیم‌ها دیده شد که می‌تواند منجر به تغییرات عملکردی در کبد گردد [۱۶]. در تحقیق دینچو و همکاران (۲۰۱۲) نشان داد که افزایش سطوح آنزیمی بالاتر از حد طبیعی بهنگام قرار گرفتن در یک محیط پرفشار می‌تواند استرس فشاری را سیگنال دهی کرده و این شرایط می‌تواند برای افراد در معرض این شرایط مهم تلقی شود [۱۱]. همچنین در تحقیقی نشان داده شد که افزایش این آنزیم ها به دنبال انجام غواصی در بیش از ۶۰ درصد افراد غواص دیده شد. که این افزایش آنزیمی اساساً منعکس کننده تخریب گسترده سیستمی به همراه آسیب ثانویه به اندوتلیوم ارگان‌های آسیب‌دیده می‌باشد [۱۸ و ۱۷].

بوسوگز و همکاران (۲۰۰۶) تغییرات همودینامیک ناشی از غواصی تفریحی را بررسی نمودند. یک ساعت بعد از غواصی میکرو حباب‌ها در دهلیز راست قلب آن ها شناسایی شد. حجم دهلیز چپ و بطن چپ به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بعد از غواصی کاهش یافته بود. ضربان قلب بعد از غواصی افزایش و حجم ضربه‌ای کاهش یافته بود. پر شدن بطن چپ به‌وسیله‌ی انقباض دهلیز افزایش یافته بود. حجم حفره راست قلب آن ها بدون تغییر مانده بود اما افزایش فشار بطن راست و دهلیز راست مشاهده شد. آن ها نتیجه‌گیری کردند تغییرات همودینامیک در یک ساعت پس از غواصی بسیار زیاد می‌باشد و دو عامل می‌تواند این تغییرات را توضیح دهد که عبارت‌اند از آمبولی گاز سیاهرگی (VGE) که به وسیله گاز نیتروژن غیراشباع به وجود می‌آید و کاهش پلاسمای خون هنگام غوطه‌ور شدن در آب [۱۱]. همچنین، نتایج تحقیق نشان داد که میزان تغییرات AST در اعماق مختلف در تعامل با فعالیت بدنی متفاوت نبود و نشان می‌دهد که تعامل عمق و فعالیت بدنی تأثیری بر تغییرات AST نداشت. اما میزان تغییرات ALT در اعماق مختلف به همراه فعالیت بدنی متفاوت بود و نشان می دهد که عمق در تعامل با فعالیت بدنی تأثیری بر تغییرات AST دارد، که این تفاوت‌ها بین عمق ۱۰ و ۲۰ متر و همچنین بین عمق ۱۰ و ۳۰ متر معنی‌دار بود.

**جدول ٤:** نتایج آزمون تعقیبی بن فرونی برای تغییرات ALT در اعماق ۱۰، ۲۰ و ۳۰ متر

| عمق | عمق | میانگین تفاوت | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|
| ۱۰ | ۲۰ | ۸/۲۰ | ۰/۰۲ |
| | ۳۰ | ۶/۹۰ | ۰/۰۰۸ |
| ۲۰ | ۳۰ | −۱/۳۰ | ۰/۴۱ |

**مجله طب انتظامی**
زمستان ۱۳۹۴- دوره ۴- شماره ۴- صفحات ۲۶۰-۲۵۵

در این تحقیق نشان داده شد که غواصی در اعماق ۱۰، ۲۰ و ۳۰ بر آنزیم های تشخیص آسیب کبدی تأثیری نداشته است. هرچند افزایش فشار محیطی ناشی از غواصی در اعماق دریا اثر معنی‌داری بر سطح ALT سرمی مردان غواص داشت، ولی صرف‌نظر از عمق فعالیت انجام غواصی اثر معنی‌داری بر سطح ALT سرمی ندارد. می‌توان نتیجه‌گیری کرد که غواصی در این اعماق ممکن است آثار زیان‌باری بر کبد نداشته باشد. لذا پیشنهاد می‌گردد که در تحقیقات آینده تأثیر اعماق بیشتر بر آنزیم‌های تشخیص آسیب کبدی که در کارهای نظامی و صنعتی در زمان‌های طولانی‌تر بررسی گردد.

## تقدیر و تشکر

این تحقیق با کمک غواصان جمعیت هلال احمر و امداد و نجات استان کهکیلویه و بویراحمد به انجام رسید و نویسندگان کمال تشکر را از این عزیزان دارند.

## منابع

1. Richardson D, Shreeves K. Open Water Diver Manual. PADI; 2006.
2. Lutz PL, Musick JA. Wyneken J. The biology of sea turtles. CRC press; 2002.
3. Levett DZ, Millar IL. Bubble trouble: a review of diving physiology and disease. Postgraduate medical journal. 2008 Nov 1;84(997):571-8.
4. Spira A. Diving and marine medicine review part II: diving diseases. Journal of travel medicine. 1999 Sep 1;6(3):180-98.
5. Lynch JH, Bove AA. Diving medicine: a review of current evidence. The Journal of the American Board of Family Medicine. 2009 Jul 1;22(4):399-407.
6. Benton PJ, Glover MA. Diving medicine. Travel medicine and infectious disease. 2006 Jul 31;4 (3):238-54.
7. Tetzlaff K, Thorsen E. Breathing at depth: physiologic and clinical aspects of diving while breathing compressed gas. Clinics in chest medicine. 2005 Sep 30;26(3):355-80.
8. Brubakk AO, Ross JA, Thom SR. Saturation diving; physiology and pathophysiology. Comprehensive physiology. 2014 Jul 1.
9. Doran GR, Chaudry L, Brubakk AO, Garrard MP. Hyperbaric liver dysfunction in saturation divers. Undersea biomedical research. 1985 Jun;12(2):151-64.
10. Popova J, Buravkova L. Blood biochemical parameters in women during long-term simulated hyperoxic diving up to 8 ATA. Undersea Hyperb Med. 2006 May-Jun;33(3):211-6.
11. Dincu C, Deftu A, Flonta L. Long Term Physio-pathological Changes In Professional Divers–A Longitudinal Study. Rom J Biophys. 2012;22(2):73-81.
12. Karim SMF, Rahman MR, Shermin S, Sultana R. Correlation between Aminotransferase Ratio (AST/ ALT) and Other Biochemical Parameters in Chronic Liver Disease of Viral Origin. Delta Medical College Journal. 2015;3(1):13-7
13. Carson P, Hong CJ, Otero-Vinas M, Arsenault EF, Falanga V. Liver enzymes and lipid levels in patients with lipodermatosclerosis and venous ulcers treated with a prototypic anabolic steroid (stanozolol): a prospective, randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. The international journal of lower extremity wounds. 2015 Mar;14 (1):11.
14. L'Abbate A, Marabotti C, Kusmic C, Pagliazzo A, Navari A, Positano V, et al. Post-dive ultrasound detection of gas in the liver of rats and scuba divers. European journal of applied physiology. 2011;111 (9):2213-9
15. Finlayson HW. The Pathophysiology of Saturation Diving: What are the Effects on the Human Body? BSc thesis. University of St. Andrews. 2009.
16. Deviatova NV, Buravkova LB. [The individual and integral effects of brief simulated descents and anesthetic pharmacological preparations on human metabolism]. Aviakosmicheskaia i ekologicheskaia meditsina= Aerospace and environmental medicine. 1998;33(2):26-30.
17. Mathieu D. Handbook on hyperbaric medicine, first edition. Springer Netherlands; 2006.
18. Smith RM, Neuman TS. Abnormal serum biochemistries in association with arterial gas embolism. The Journal of emergency medicine. 1997;15(3):285-9.