Journal of Marine Medicine
Summer 2019, Volume 1, Issue 2
Pages: 75-83
10.30491/1.2.75

Relationship of diving activity with pulmonary function changes in Iranian professional divers

Shahram Oliaei [1], Mohammad-Hossein Haghparvar [2], Ali Bahramifar [3], Jafar Bairami[4*]

[1] Marine Medicine and Hyperbaric Specialist, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[2] General Practitioner, Imam Hussein University, Tehran, Iran
[3] Trauma Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran
[4] Internal Specialist, Trauma Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 23 July 2019 **Accepted:** 9 September 2019

Abstract

Background and Aim: There is evidence of undesirable effects of deep and prolonged diving on lung function and respiratory system diseases. The current study was conducted to determine the relationship between diving activity and pulmonary function changes in professional divers.

Methods: The current analytical study was conducted in 2017 on the coast of south and north of Iran. According to inclusion and exclusion criteria, all professional divers were studied in the census (consecutive) method. The demographic and clinical data were recorded. Diving experience (years), average diving hours, and average diving depth performed by the professional divers in their routine activities was recorded. The divers were visited by the pulmonologist and a thorough examination of the chest and internal lung examination was done and data was recorded. For all divers pulmonary or lung function tests and spirometery tests were done. Data analysis was performed using SPSS 18.

Results: 61 male professional divers with an average age of 34.5±4.2 years (29-38 years old) participated. 91.8% (56 people) was non-smokers (and the same with no allergies). The average diving experience was 10.5±5.5 years (range of 4-25 years). The average diving hours were 1071.8±753.2 hours in the range of 50-3500 hours. The average diving depth was 37.4±13.5 meters in the range of 5 to 60 meters. Relationship of experience, hours and average depth of diving with pulmonary symptoms (normal, cough, dyspnea, sputum, abdominal pain), pulmonary findings (normal, abnormal sound), chest graph (normal, pulmonary involvement, parenchyma involvement, lung adenopathy), Spirometry (normal, obstruction and restriction), FVC and FEV1 (Limiting disease, normal), FVC (patient, healthy), FEV1 (abnormal, normal, measurable, limiting disease), FEF (patient, healthy) was significant.

Conclusion: Increasing the experience, length, and the average depth of diving, as the factors in diving, has a negative effect on lung function. Therefore, it seems that the professional divers are prone to loss of lung function over time. However, the effect of diving on lung function depends on other factors, as well as on the individual itself.

Keywords: Diver, Lung Function, Pulmonary barotrauma, Professional divers.

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.30491/1.2.75]

*Corresponding author: **Jafar Bairami**, Email: drbairami@gmail.com
Address: Trauma Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

مجله طب دریا
دوره ۱، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۸
صفحات: ۸۳-۷۵
10.30491/1.2.75

ارتباط فعالیت غواصی با تغییرات عملکرد ریوی در غواصان حرفه ای

شهرام اولیایی[۱]، محمدحسین حق پرور[۲]، علی بهرامی فر[۳]، جعفر بایرامی[۴*]

[۱] متخصص پزشکی دریایی و هایپربار، دانشگاه علوم پزشکی ارتش، تهران، ایران
[۲] پزشک عمومی، دانشگاه جامع امام حسین (ع)، تهران، ایران
[۳] فوق تخصص بیهوشی، مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله، تهران، ایران
[۴] متخصص داخلی، مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله، تهران، ایران

دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۰۱ **پذیرش مقاله:** ۱۳۹۸/۰۶/۱۸

چکیده

زمینه و هدف: شواهدی از اثرات نامطلوب غواصی های عمیق و طولانی مدت بر از دست رفتن عملکرد ریه و بیماری های دستگاه تنفسی، گزارش شده است. مطالعه حاضر با هدف تعیین ارتباط فعالیت غواصی با تغییرات عملکرد ریوی در غواصان حرفه ای انجام شد.

روش‌ها: مطالعه تحلیلی حاضر در سال ۱۳۹۶ در سواحل جنوب و شمال ایران انجام شد. با توجه به معیارهای ورود و خروج همه غواصان به صورت سرشماری وارد مطالعه شدند. اطلاعات دموگرفیک و بالینی ایشان ثبت شد. سابقه غواصی بر اساس سال، میانگین ساعات غواصی انجام شده، میانگین عمق غواصی که فرد در فعالیتهای روتین خود انجام می دهد، نیز ثبت گردید. غواصان توسط فوق تخصص ریه ویزیت شده و معاینه دقیق جدار قفسه سینه و معاینه داخلی ریه انجام و اطلاعات بالینی مدنظر ثبت شد. برای همه غواصان گرافی ساده ریوی و تست های تخصصی حجم های ریوی اسپیرومتری انجام شد.

یافته‌ها: ۶۱ غواص حرفه ای با میانگین سنی ۴/۲±۳۴/۵ سال و در محدوده ۳۸-۲۹ سال، که همگی مرد بودند شرکت داشتند. ۹۱/۸ درصد (۵۶ نفر) از غواصان عدم مصرف سیگار (و همین میزان هم عدم ابتلا به آلرژی) داشتند. میانگین سابقه غواصی در این ۶۱ غواص برابر با ۵/۲±۱۰/۵ سال و در محدوده ۲۵-۴ سال بود. میانگین ساعات غواصی ۷۵۳/۲±۱۰۷۱/۸ ساعت و در محدوده ۳۵۰۰-۵۰ ساعت بود. میانگین عمق غواصی ۱۳/۵±۳۷/۴ متر و در محدوده ۶۰-۵ متر بود. رابطه سال، ساعت و میانگین عمق غواصی با علایم ریوی (طبیعی، غیرطبیعی: سرفه، تنگی نفس، خلط، دردسینه)، یافته ریوی (طبیعی، صدای غیرطبیعی)، گرافی سینه (طبیعی، غیرطبیعی: درگیری مجاری ریوی، درگیری پارانشیم، ادنوپاتی ریه، ترکیبی)، اسپیرومتری (طبیعی، محدودکننده)،FVC/ FEV1 (بیماری محدودکننده، طبیعی)، FVC (بیمار، سالم)، FEV1 (غیرطبیعی، طبیعی)، FEF (بیمار، سالم) معنی دار بود (P<0.05).

نتیجه‌گیری: افزایش سال، ساعت و میانگین عمق غواصی، بعنوان عوامل مرتبط با غواصی بر عملکرد ریه تاثیر منفی دارد. لذا بنظر می رسد غواصان حرفه ای، در معرض از دست دادن عملکرد ریه در طول زمان هستند. اگرچه، تاثیر غواصی بر عملکرد ریه تا حد زیادی به دیگر عوامل نیز بستگی دارد.

کلیدواژه‌ها: غواص، عملکرد ریه، باروتروما‌ی ریوی، غواصان حرفه ای.

*نویسنده مسئول: **جعفر بایرامی**. پست الکترونیک:drbairami@gmail.com.
آدرس: مرکز تحقیقات تروما، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله، تهران، ایران.

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.30491/1.2.75]

مقدمه

دستگاه تنفسی انسان به تنفس هوا در سطح دریا یعنی فشار یک اتمسفر، که در حدود ۱۰۱ کیلو پاسکال است، سازگاری دارد. با این حال، غواصی وضعیتی است که دستگاه تنفسی را فراتر از فیزیولوژی طبیعی به چالش می‌کشاند؛ افزایش فشار محیط و تغییرات ویژگی های گاز را در پی دارد. دستگاه تنفسی بیشتر از دیگر دستگاه های بدن، تحت تاثیر تغییرات شرایط محیطی تجربه شده در غواصی قرار می گیرد. اثرات افزایش فشار در غواصی ناشی از افزایش فشار هیدرواستاتیکی یا به علت افزایش فشار جزئی گازها در خون و بافتها مانند اکسیژن، نیتروژن و دی اکسید کربن است. چندین عامل مرتبط با قرار گرفتن در معرض غواصی ممکن است بر سیستم تنفسی تاثیر بگذارد. در غواصی حرفه‌ای، اثرات مضر روی عملکرد ریه همچون؛پرفیوژن، پدیده compression and/or decompression میتواند ایجاد شود. غواص هوای فشرده را در عمق تنفس می کند، تراکم گاز افزایش می یابد و کار تنفسی افزایش می یابد، در حالیکه ظرفیت تنفس کاهش می یابد، تهویه مکانیکی ریه ها محدود می شود، تبادل گاز از طریق کاهش انتشار گاز کاهش می یابد که همه اینها بر تهویه تاثیر منفی دارد (۱).

در طول عمر غواص، کاهش ظرفیت حیاتی، ظرفیت کلی ریه و ظرفیت باقی مانده عملکردی مشاهده شده است، اما هیچ تاثیری بر حجم tidal گزارش نشده است، این تغییرات عمدتا ناشی از اثر هیدرواستاتیک است (۲). وضعیت هایپروکسیک در غواصی موجب کاهش حجم انقباض اجباری در یک ثانیه (FEV1) و ظرفیت حیاتی مجاز (FVC) با MEF متوسط می‌شود که پس از آن منجر به انسداد مجاری هوایی در آینده می‌گردد. ۴ سال پیگیری غواصان نشان داد که کاهش قابل توجهی در FEV1 که پس از سال اول غواصی رخ داده، همچنان مشهود است (۳).

دو مطالعه بر روی غواصان، گزارش کاهش شدید در FVC داشته اند، در حالی که دیگران توسعه بیماری های کوچک راه هوایی را گزارش کردند (۶-۴). این بیماریها اغلب از طریق کاهش نسبت (FEV1/FVC) و / یا شاخص های منحنی حجم جریان برآورد می شود. اگرچه غواصان حرفه ای اغلب نسبت FEV1 /FVC پایین تر را در ترکیب با یک ظرفیت حیاتی بزرگ ("ریه‌های بزرگ") نشان می دهند، اما در تصاویر سی تی اسکن با وضوح بالا که از ایشان گرفته شده، نشانه هایی از بیماری های کوچک راه هوایی دیده نشده است (۷).

مطالعات اولیه در غواصی SCUBA نشان داده که کاهش سریع FVC در طول زمان در غواصان گزارش شده است (۹،۸). اثرات منفی درازمدت نیز بر عملکرد تنفسی در غواصان اسکوبا، یافت شده است (۱۰). در مقابل با این نتایج، اخیرا تعدادی از مطالعات در غواصان اسکوبا و غواصان نظامی که از هوا یا نایتروکس استفاده می‌کردند، کاهشی در عملکرد ریه در طول زمان گزارش نکرده اند (۱۱). در غواصانی که در آب کم عمق با استفاده از هوای فشرده فرو می رفتند، جریان خون متوسط (mid-expiratory flow) پایین تر در ۲۵٪ از ظرفیت حیاتی (MEF25) نسبت به گروه شاهد داشتند. در مطالعه بر روی ۱۲۰ غواص نظامی مشاهده شده که زمان خروج اجباری (FET) در غواصان به طور قابل توجهی بیشتر از غیرغواصان است. دیگر پارامترهای عملکرد ریه در غواصان نسبت به غیرغواصان کمتر بود (۱۲).

می توان گفت که نتایج مطالعات مختلف ارزیابی عواقب ناشی از غواصی منظم زیر آب متناقض است. تأثیرات گزارش شده از ناچیز (۱۳) تا به شدت (۱۴) متغیر بوده است. مطالعات منتشر شده معمولا تعداد کمی از افراد را بررسی کرده و مطالعات نسبتا کم قدرتی بوده اند، بنابراین لازم است که مطالعات بیشتری انجام شود تا تأثیر فعالیت غواصی بر عملکرد تنفسی غواصان تعیین شود. ماهیت تغییرات عملکردی ارگانیسم های غواصان، از جمله سیستم‌های تنفسی، به وضوح مشخص نشده است. غواصی یک فعالیت بدنی شدید در زیر آب است که در آن شرایط محیطی بر عملکرد و ساختار بافت تاثیر می گذارد. از همه سیستم های بدن، سیستم تنفسی بیشتر تحت تأثیر غواصی قرار گرفته و از این منظر، آزمایش عملکرد ریوی از غواصان می‌تواند به ما اطلاعات ارزشمندی در مورد پیامدهای این فعالیت بدهد.

از سویی همچنان این سوال باقی می ماند که آیا کاهش شدید عملکرد ریه و / یا توسعه بیماری های راه هوایی ممکن است نتیجه فعالیت طولانی مدت غواصی بعنوان حرفه در نیروی دریایی باشد؟ در این مطالعه، تغییرات در عملکرد ریه در طول زمان در غواصان حرفه ای بررسی می شود و همچنین ارتباط احتمالی سابقه غواصی، ساعتهای غواصی و عمق غواصی با بیماری های ریوی و کاهش عملکرد ریه ارزیابی می شود.

روش‌ها

نوع مطالعه: مطالعه حاضر از نوع تحلیلی می باشد که در سال ۱۳۹۷ در سواحل جنوب و شمال انجام شد.

جامعه آماری: همه غواصان سواحل جنوب و شمال با هر سنی به صورت سرشماری (متوالی) وارد مطالعه شدند. از همه غواصان رضایتنامه کتبی و آگاهانه اخذ شد. غواصانی که کمتر از ۶ ماه از آغاز غواصی ایشان می‌گذشت از مطالعه کنار گذاشته شدند.

روش اجرا: ابتدا اطلاعات دموگرفیک و بالینی؛ سن، مصرف سیگار (روزی حداقل یک نخ معادل سیگاری بودن تلقی شد)، آلرژی (بر اساس پرونده پزشکی)، سابقه بیماری ریوی در خانواده درجه یک غواصان ثبت شد. اطلاعات مربوط به سابقه غواصی هر فرد بر اساس سال، سابقه ساعات غواصی انجام شده از ابتدای شروع حرفه غواصی، میانگین عمق غواصی که فرد در فعالیتهای روتین خود انجام می دهد، نیز در چک لیست ثبت گردید. در ادامه با برنامه ریزی انجام شده، غواصان به کلینیک مراجعه کرده و بررسی بالینی و کلینیکی توسط فوق تخصص ریه انجام، اطلاعات

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.30491/1.2.75]

مربوط به مشکلات ریوی غواص و همچنین معاینه دقیق جدار قفسه سینه و معاینه داخلی ریه در چک لیست ثبت شد. برای همه غواصان گرافی ساده ریوی انجام شد. در پایان بررسی تست های تخصصی حجم های ریوی اسپیرومتری توسط فوق تخصص ریه نیز برای همه انجام شد.

تعریف عملیاتی متغیرهای مربوط به عملکرد ریه که توسط متخصص ثبت شد به ترتیب زیر بود: علایم ریوی (طبیعی، غیرطبیعی: سرفه، تنگی نفس، خلط، دردسینه)، یافته ریوی (طبیعی، صدای غیرطبیعی)، گرافی سینه (طبیعی، غیرطبیعی: درگیری مجاری ریوی، درگیری پارانشیم، ادنوپاتی ریه، ترکیبی)، اسپیرومتری (طبیعی، محدودکننده)، FEV1 /FVC (بیماری محدودکننده، طبیعی)، FVC (بیمار، سالم)، FEV1 (طبیعی، غیرطبیعی)، FEF (بیمار، سالم).

FVC (forced vital capacity): ظرفیت حیاتی باز دمی قوی

FEV1 (Forced expiratory volume in one second) حجم بازدمی اجباری: مساوی است با حجمی از هوای بازدمی که با نیروی زیاد در ثانیه اول از ریه خارج می شود.

FEV1 /FVC: نسبت بین دو حجم FEV1 و FVC می‌باشد.

FEF (forced mid-expiratory flow): جریان بازدمی قوی بعد از خروج ۲۵٪ از FVC.

تجزیه و تحلیل آماری داده ها: با استفاده از نرم افزار SPSS.18 و آزمون کای اسکور تحلیل‌ها انجام شد. سطح معنی‌داری ۰/۰۵ لحاظ شد.

ملاحظات اخلاقی: شرکت در مطالعه داوطلبانه و با اخذ رضایتنامه کتبی و آگاهانه، انجام شد. به غواصان اطمینان داده شد که اطلاعات شخصی ایشان محرمانه بوده، بدون نام و گروهی منتشر خواهد شد. عدم شرکت غواص هیچ تبعاتی را برای ایشان نداشته و هیچ اجباری از سوی فرمانده یا مافوق متوجه ایشان نبود. مطالعه حاضر به تایید کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله رسیده است و پژوهشگران ملزم به رعایت مفاد معاهده هلسینکی در طول اجرای مطالعه بودند.

نتایج

در مطالعه حاضر ۶۱ غواص حرفه ای با میانگین سنی ۴/۲±۳۴/۵ سال و در محدوده ۳۸-۲۹ سال، که همگی مرد بودند شرکت داشتند. ۹۱/۸ ٪ (۵۶ نفر) از غواصان عدم مصرف سیگار (و همین میزان هم عدم ابتلا به آلرژی) و ۸/۲ ٪ (۵ نفر) مصرف سیگار (و همین تعداد هم ابتلا به آلرژی) داشتند. ۹۳/۴ ٪ (۵۷ نفر) غواصان، بیماری ریوی در خانواده نداشتند و فقط ۶/۶ ٪ (۴ نفر) بیماری ریوی در خانواده داشتند.

میانگین سابقه غواصی در این ۶۱ غواص برابر با ۵/۲±۱۰/۵ سال و در محدوده ۲۵-۴ سال بود. میانگین ساعات غواصی ۷۵۳/۲±۱۰۷۱/۸ ساعت در محدوده ۳۵۰۰-۵۰ ساعت بود. میانگین عمق غواصی ۱۳/۵±۳۷/۴ متر در محدوده ۶۰-۵ متر بود.

رابطه سال غواصی با متغیرها به ترتیب جدول-۱ آمده است. همانطور که مشاهده می شود میانگین سال غواصی با علایم ریوی (طبیعی، غیرطبیعی: سرفه، تنگی نفس، خلط، دردسینه)، یافته ریوی (طبیعی، صدای غیرطبیعی)، گرافی سینه (طبیعی، غیرطبیعی: درگیری مجاری ریوی، درگیری پارانشیم، ادنوپاتی ریه، ترکیبی)، اسپیرومتری (طبیعی، محدودکننده)، FEV1/FVC (بیماری محدودکننده، طبیعی)، FVC (بیمار، سالم)، FEV1 (طبیعی، غیرطبیعی)، FEF (بیمار، سالم) معنی دار بود.

رابطه ساعت غواصی با متغیرها به ترتیب جدول-۲ آمده است. همانطور که مشاهده می شود میانگین ساعت غواصی با علایم ریوی (طبیعی، غیرطبیعی: سرفه، تنگی نفس، خلط، دردسینه)، یافته ریوی (طبیعی، صدای غیرطبیعی)، گرافی سینه (طبیعی، غیرطبیعی: درگیری مجاری ریوی، درگیری پارانشیم، ادنوپاتی ریه، ترکیبی)، اسپیرومتری (طبیعی، محدودکننده)، FEV1/FVC (بیماری محدودکننده، طبیعی)، FVC (بیمار، سالم)، FEV1 (طبیعی، غیرطبیعی)، FEF (بیمار، سالم) معنی دار بود.

رابطه عمق غواصی با متغیرها به ترتیب جدول-۳ آمده است. همانطور که مشاهده می شود میانگین عمق غواصی با علایم ریوی (طبیعی، غیرطبیعی: سرفه، تنگی نفس، خلط، دردسینه)، یافته ریوی (طبیعی، صدای غیرطبیعی)، گرافی سینه (طبیعی، غیرطبیعی: درگیری مجاری ریوی، درگیری پارانشیم، ادنوپاتی ریه، ترکیبی)، اسپیرومتری (طبیعی، محدودکننده)، FEV1/FVC (بیماری محدودکننده، طبیعی)، FVC (بیمار، سالم)، FEV1 (طبیعی، غیرطبیعی)، FEF (بیمار، سالم) معنی دار بود.

جدول-۱. رابطه سابقه سال غواصی با پارامترهای عملکرد ریه (۶۱ غواص)

سال غواصی / پارامترهای عملکرد ریه	۴ تا ۵ سال (۱۰ نفر)	۶ تا ۱۰ سال (۲۷ نفر)	۱۱ تا ۱۵ سال (۱۵ نفر)	بالاتر از ۱۶ سال (۹ نفر)	P value
علایم ریوی					۰/۰۴۱
طبیعی (۴۷ نفر)	۸	۲۴	۱۱	۴	
غیرطبیعی (۱۴ نفر)	۲	۳	۴	۵	
یافته ریوی					۰/۰۳۷
طبیعی (۵۶ نفر)	۹	۲۶	۱۴	۷	
صدای غیر طبیعی (۵ نفر)	۱	۱	۱	۲	

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.30491/1.2.75]

گرافی سینه				۰/۰۲۹
طبیعی (۳۷ نفر)	۷	۱۷	۱۰	۳
غیرطبیعی (۲۴ نفر)	۳	۱۰	۵	۶
اسپیرومتری				۰/۰۴۵
طبیعی (۴۶ نفر)	۸	۲۴	۱۰	۴
محدود کننده (۱۵ نفر)	۲	۳	۵	۵
FEV1 / FVC				۰/۰۴۲
طبیعی (۳۷ نفر)	۵	۲۱	۸	۳
بیماری محدود کننده (۲۴ نفر)	۵	۶	۷	۶
FVC				۰/۰۳۹
سالم (۵۱ نفر)	۹	۲۵	۱۲	۵
بیمار (۱۰ نفر)	۱	۲	۳	۴
FEV1				۰/۰۴۱
طبیعی (۴۰ نفر)	۶	۲۱	۹	۴
غیرطبیعی (۲۱ نفر)	۴	۶	۶	۵
FEF				۰/۰۴۴
سالم (۵۲ نفر)	۹	۲۵	۱۲	۶
بیمار (۹ نفر)	۱	۲	۳	۳

جدول-۲. رابطه سابقه ساعت غواصی با پارامترهای عملکرد ریه (۶۱ غواص)

ساعت غواصی / **پارامترهای عملکرد ریه**	**۵۰ تا ۵۰۰ ساعت** (۱۵ نفر)	**۵۰۱ تا ۱۵۰۰ ساعت** (۳۱ نفر)	**۱۵۰۱ ساعت بیشتر** (۱۵ نفر)	**P value**
علایم ریوی				۰/۰۲۴
طبیعی (۴۷ نفر)	۱۴	۲۶	۷	
غیرطبیعی (۱۴ نفر)	۱	۵	۸	
یافته ریوی				۰/۰۳۵
طبیعی (۵۶ نفر)	۱۴	۳۰	۱۲	
صدای غیر طبیعی (۵ نفر)	۱	۱	۳	
گرافی سینه				۰/۰۳۸
طبیعی (۳۷ نفر)	۱۱	۲۲	۴	
غیرطبیعی (۲۴ نفر)	۴	۹	۱۱	
اسپیرومتری				۰/۰۲۹
طبیعی (۴۶ نفر)	۱۳	۲۶	۷	
محدود کننده (۱۵ نفر)	۲	۵	۸	
FEV1 / FVC				۰/۰۳۷
طبیعی (۳۷ نفر)	۱۱	۲۲	۴	
بیماری محدود کننده (۲۴ نفر)	۴	۹	۱۱	
FVC				۰/۰۲۳
سالم (۵۱ نفر)	۱۴	۲۸	۹	
بیمار (۱۰ نفر)	۱	۳	۶	
FEV1				۰/۰۲۱
طبیعی (۴۰ نفر)	۱۲	۲۴	۴	
غیرطبیعی (۲۱ نفر)	۳	۷	۱۱	
FEF				۰/۰۲۵
سالم (۵۲ نفر)	۱۴	۲۸	۱۰	
بیمار (۹ نفر)	۱	۳	۵	

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.30491/1.2.75]

جدول-۳. رابطه میانگین عمق غواصی با پارامترهای عملکرد ریه (۶۱ غواص)

عمق غواصی / پارامترهای عملکرد ریه	۵ تا ۱۰ متر (۴ نفر)	۱۱ تا ۲۰ متر (۸ نفر)	۲۱ تا ۳۰ متر (۳ نفر)	بیشتر از ۳۱ متر (۴۶ نفر)	P value
علایم ریوی					۰/۰۳۱
طبیعی (۴۷ نفر)	۳	۶	۰	۳۸	
غیرطبیعی (۱۴ نفر)	۱	۲	۳	۸	
یافته ریوی					۰/۰۴۵
طبیعی (۵۶ نفر)	۴	۷	۲	۴۳	
صدای غیر طبیعی (۵ نفر)	۰	۱	۱	۳	
گرافی سینه					۰/۰۱۳
طبیعی (۳۷ نفر)	۳	۵	۱	۲۸	
غیرطبیعی (۲۴ نفر)	۱	۳	۲	۱۸	
اسپیرومتری					۰/۰۱۵
طبیعی (۴۶ نفر)	۳	۶	۱	۳۶	
محدود کننده (۱۵ نفر)	۱	۲	۲	۱۰	
FEV1 / FVC					۰/۰۱۶
طبیعی (۳۷ نفر)	۳	۵	۱	۲۸	
بیماری محدود کننده (۲۴ نفر)	۱	۳	۲	۱۸	
FVC					۰/۰۲۱
سالم (۵۱ نفر)	۳	۶	۲	۴۰	
بیمار (۱۰ نفر)	۱	۲	۱	۶	
FEV1					۰/۰۲۸
طبیعی (۴۰ نفر)	۳	۵	۱	۳۱	
غیرطبیعی (۲۱ نفر)	۱	۳	۲	۱۵	
FEF					۰/۰۳۱
سالم (۵۲ نفر)	۳	۶	۲	۴۱	
بیمار (۹ نفر)	۱	۲	۱	۵	

بحث

در مطالعه حاضر، ۶۱ غواص حرفه ای با میانگین سنی ۴/۲±۳۴/۵ سال بررسی شدند که میانگین سابقه سال غواصی در آنها ۵/۲±۱۰/۵ سال و در محدوده ۲۵-۴ سال بود. میانگین ساعات غواصی ۷۵۳/۲±۱۰۷۱/۸ ساعت و در محدوده ۳۵۰۰-۵۰ ساعت بود. آنالیز داده ها نشان داد که بین سابقه غواصی به سال و میانگین ساعت غواصی با علایم ریوی (طبیعی، سرفه، تنگی نفس، خلط، دردسینه)، یافته ریوی (طبیعی، صدای غیرطبیعی)، گرافی سینه (طبیعی، درگیری مجاری ریوی، درگیری پارانشیم، ادنوپاتی ریه، ترکیبی)، اسپیرومتری (طبیعی، محدودکننده)، FVC/FEV1 (بیماری محدودکننده، طبیعی)، FVC (بیمار، سالم)، FEV1 (غیرطبیعی، طبیعی، قابل بررسی، بیماری محدودکننده)، FEF (بیمار، سالم) رابطه معنی دار برقرار بود.

در مطالعه ای در غواصان تفریحی در دریای شمال، که به طور متوسط ۱/۷ سال تجربه غواصی داشتند، تغییرات دائمی عملکرد ریه مشاهده شد، یافته های FVC به طور متوسط ۲۰ ٪ بیشتر از مقادیر پیش بینی شده، و FEV1 حدود ۱۷ ٪ بالاتر از مقادیر پیش بینی شده بود. بنظر می رسد که FVC بالا با افزایش سابقه غواصی مرتبط بوده است که هم راستا با یافته های مطالعه حاضر است (۱۵). مطالعه دیگر گزارش داد که نسبت FEV1/FVC در غواصان تفریحی کاهش داشته و FVC بیش از ۱۰۰ ٪ افزایش داشته است که همبستگی مثبت بین FVC و سال غواصی را تایید می‌کند. یک زیرگروه از غواصان نسبت FEV1/FVC پایین و کاهش-end expiratory flows داشتند که به عنوان نشانه ای از تغییرات انسدادی مسیر هوایی تفسیر می شود (۱۴). مقایسه مقطعی از حجم ریه بین غواصان دریایی نیروی سلطنتی، FVCs های بزرگ را در غواصان تایید کرد، اما ارتباطی با دیگر شاخص‌های مواجهه غواصی یافت نشد (۱۶).

مطالعات مقطعی بزرگ در ناوگان نظامی نیروی دریایی رژیم صهیونیستی گزارش دادند که در کسانی که دارای ریه های بزرگ هستند (یعنی ٪ FVC>100 و ٪ FEV1≥90)، FVC بین غواصان باتجربه و بی تجربه متفاوت نیست، اما جریان forced expiratory flow در ۵۰ ٪ از ظرفیت حیاتی در گروه باتجربه به طور معنی داری کاهش یافته است. هیچ تفاوتی در ظرفیت انتشار ریه برای مونوکسید کربن دیده نشد. توجه داشته باشید که ۱۰۹ غواص در آنالیز همه غیرسیگاری بودند (۱۷). در مطالعه حاضر نیز ۹۱/۸ ٪

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.30491/1.2.75]

(۵۶ نفر) از غواصان سیگار مصرف نمی‌کردند. مطالعات مقطعی دیگری در غواصان حرفه ای آلمان، الگوی کاهش جریان خروجی را در حجم های کم ریه در مقایسه با گروه شاهد غیرغواص تایید کرد و جریان های mid-expiratory در ۲۵ ٪ و ۵۰ ٪ از ظرفیت حیاتی به طور معکوس با سال غواصی مرتبط بود (۱۸). که همراستا با یافته های مطالعه حاضر است. باید به این نکته اشاره کرد که عدم داشتن گروه شاهد یا کنترل در مطالعه حاضر از محدودیتهای قابل ذکر می‌تواند باشد.

در یک مطالعه آینده نگر از عملکرد ریه پس از غواصی عمیق، کاهش FEV1 اندازه گیری شد که بالاتر از حد نرمال بود و بعد از یک سال مشهودتر بود. در حالی که کاهش ظرفیت انتشار پس از غواصی عمیق در طی پیگیری در ۱ و ۳ سال بهبود یافت، اما کاهش جریان در حجم های کوچک ریه بهبود نیافته بود (۳). یک مطالعه آینده نگر دیگر از غواصان حرفه ای که از ابتدای کار حرفه غواصی خود پیگیری شدند، کاهش سالانه FVC/ FEV1 را بیشتر از گروه شاهد داشتند. علاوه بر این، کاهش شدید جریان‌های expiratory در حجم کم ریه و نیز در ظرفیت انتشار ریه برای مونوکسید کربن وجود داشت. تجزیه و تحلیل رگرسیون نشان داد که بین از دست رفتن عملکرد ریه و شاخص های غواصی رابطه معنی داری وجود دارد (۱۹). به نظر می‌رسد که غواصی موجب تغییرات قابل مشاهده در عملکرد ریه شده است. مطالعه دیگری در غواصان دریای سنگاپور نشان دهنده افزایش قابل توجه در حجم تهویه در طول زمان بود (۲۰). یک مطالعه مقطعی کنترل شده در مقیاس بزرگ از عملکرد ریوی در غواصان اشباعی انگلیس و نروژ نشان داد که جریان های lower forced expiratory و FEV1 نسبت به افراد کنترل کمتر است، در حالی که حجم بسته closing volume به طور معنی داری بیشتر است. این یافته ها به عنوان شواهدی برای نشان دادن بیماری های کوچک راه هوایی در غواصان به شمار می رود (۴). تعدادی از مطالعات مقطعی کوچکتر در غواصان نظامی کرواسی و لهستانی انجام شده که یافته های ایشان با یک الگوی FVC بالا، FEV1 طبیعی و کاهش نسبی جریان mid-expiratory سازگار بود (۲۳-۲۱).

برخلاف مطالعه حاضر، بر اساس مطالعه ای در ناوگان نیروی دریایی ایالات متحده نشان می دهد مقادیر بالاتر از پیش‌بینی شده FVC (۱۲/۲٪) و مقادیر FEV1 ۴/۳ ٪ کمتر از مقادیر پیش‌بینی شده ارتباطی با سال های غواصی و متغیرهای عملکرد ریه نداشتند (۲۴). مطالعه مقطعی در ۳۲ غواص اسکوبا تفاوت معنی داری را بین گروه غواصی و شاهد در همه جریان ها و حجم های تهویه و همچنین ظرفیت انتشار ریه برای مونوکسید کربن گزارش نکردند (۲۵). در مطالعه دیگری از غواصان بزرگسال، متوسط سن ۵۲ سال، حجم های تهویه کمی بالاتر بود و جریان‌های expiratory در ظرفیت های حیاتی کم، کمی پایین تر از مقادیر پیش بینی شده بود. با این حال، تمام پارامترها به خوبی در محدوده طبیعی متغیر بودند (۲۶). در نیروهای اسکوبای ایالات متحده و نیروهای ویژه آلمانی که استفاده از اکسیژن خالص داشتند، تغییری در عملکرد ریه در طول زمان وجود نداشت (۲۸،۲۷). به همین ترتیب، اخیرا مطالعه کوهورت طولانی مدت ناوگان دریایی سلطنتی هلند تغییر FEV1 را در طول زمان نشان نداد (۲۹).

این نتایج از مطالعات طولی اثرات نامطلوب دراز مدت غواصی روی عملکرد ریوی را نشان نمی دهد و بنابراین با نتایج حاصل از گروه های غواصی تفریحی در تضاد است. توجه داشته باشید که قرار گرفتن در معرض غواصی از لحاظ حداکثر عمق و ساعات تجمعی در غواصان دریایی نظامی و یا غواصان تفریحی دریایی در مقایسه با غواصان اشباع کمتر است. علاوه بر این، ممکن است قرار گرفتن در معرض گازهای سمی در طول کار زیر آب در غواصان دریایی نظامی یا تفریحی کمتر وجود داشته باشد. با این حال، ویژگی های گروه های مختلف و اثرات انتخاب ممکن است نتایج را مخدوش نماید (۱). به نظر می رسد که FVC در بعضی از غواصان نسبت به FEV1 افزایش داشته، که نسبت معمول پذیرفته شده FEV1/FVC را غیرقابل اعتماد می‌کند و ممکن است نمایانگر اثر تمرین یا سوگیری انتخابی باشد، و شاید مربوط به دیسپنه ریوی باشد، در حالیکه حجم های ریه بزرگتر از مقادیر پیش بینی شده است، جریان هوا درون محدوده نرمال می باشد (۳۰).

در مطالعه حاضر میانگین عمق غواصی ۱۳/۵±۳۷/۴ متر در محدوده ۶۰-۵ متر بود که با متغیرهای علایم ریوی (طبیعی، سرفه، تنگی نفس، خلط، دردسینه)، یافته ریوی (طبیعی، صدای غیرطبیعی)، گرافی سینه (طبیعی، درگیری مجاری ریوی، درگیری پارانشیم، ادنوپاتی ریه، ترکیبی)، اسپیرومتری (طبیعی، محدودکننده)، FVC/FEV1 (بیماری محدودکننده، طبیعی)، FVC (بیمار، سالم)، FEV1 (غیرطبیعی، طبیعی، قابل بررسی، بیماری محدودکننده)، FEF (بیمار، سالم) ارتباط معنی دار داشت. یکی از مطالعات مقطعی بزرگ با استفاده از یک پایگاه داده رجیستری از ۸۵۸ غواص تفریحی و ۱۳۲ نفر از افراد شاهد بدون علامت نشان داد که رابطه مثبت بین عمق حداکثری غواصی با FVC و ارتباط منفی با نسبت FEV1/FVC دارد (۳۱). در مطالعه ای در غواصان تفریحی در دریای شمال، که به طور متوسط در عمقی تا ۳۴۰ متر غواصی می کردند، تغییرات دائمی عملکرد ریه مشاهده شد، و بالا بودن FVC با عمیق تر شدن عمق غواصی همبستگی داشت (۱۴) که همراستا با یافته‌های مطالعه حاضر است.

تغییرات عملکرد ریه در بسیاری از مطالعات در غواصان گزارش شده است. این پدیده ممکن است به مواجهه مکرر با تنفس گاز متراکم در عمق، یعنی اثر تمرینی بر عضلات تنفسی، مرتبط باشد. یا ممکن است به علت تکرر قرار گرفتن ریه ها و راه های هوایی در معرض هایپراکسی و استرس decompression باشد.

در حالی که بیشتر تغییرات توصیف شده در عملکرد ریه پس از غواصی عمیق تجربی، در ماهیت به طور موقت بوده، تنها بخش

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.30491/1.2.75]

کمی از تغییرات بازسازی شده، به این ترتیب نشان می دهد که راه هوایی و التهاب ریه یا تغییرات عروقی اختلال جزئی دارد. این تغییرات پاتولوژیک ممکن است منجر به ایجاد بیماری های هوایی کوچک در غواصان شود.

با این حال، داده های طولی از مطالعات انجام شده در غواصان دریایی نظامی یا تفریحی نتوانست کاهش سریع FEV1 یا جریان های expiratory در حجم های کم ریه در طول زمان را تأیید کنند. اگرچه تغییرات در عملکرد ریوی بعد از تک غواصی اسکوبا، با فرورفتن در آب، دمای هوای سرد و استرس انقباض همراه بوده است، تغییرات بعد از غواصی، در عملکرد ریه، کوچک و گذرا بود و احتمال کم بودن اهمیت بالینی آنرا را نشان می دهد. با این حال، در موارد حساس از نظر بالینی، بدترشدن عملکرد ریه ممکن است حتی بعد از یک تک غواصی در آب های کم عمق رخ دهد (۱).

نتیجه‌گیری

عوامل مرتبط با غواصی همچون افزایش سال، ساعت و میانگین عمق غواصی، بر عملکرد ریه تاثیر منفی دارد. بنابراین بنظر می‌رسد غواصان حرفه ای که حرفه غواصی دارند، در معرض از دست دادن عملکرد ریه در طول زمان هستند. اگرچه، تاثیر غواصی بر عملکرد ریه تا حد زیادی به دیگر پارامترها و همچنین فیزیولوژی خود فرد نیز بستگی دارد که در مطالعه حاضر بررسی نشده است.

تشکر و قدردانی: از غواصان شرکت کننده در مطالعه نهایت تقدیر و تشکر به عمل می‌آید که بدون همکاری ایشان انجام مطالعه حاضر مقدور نبود. همچنین از فرماندهان ایشان به دلیل انجام هماهنگی های لازم سپاسگزاری می‌شود.

تضاد منافع: نویسندگان تصریح می‌نمایند که هیچ‌گونه تضاد منافعی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Tetzlaff K, Thomas PS. Short-and long-term effects of diving on pulmonary function. European Respiratory Review. 2017;26(143):160097.
2. Godden DJ, Currie G, Denison D, Farrell P, Ross JA, Stephenson R, et al. British Thoracic Society guidelines on respiratory aspects of fitness for diving. Thorax. 2003;58(1):3-13.
3. Thorsen E, Kambestan BK. Persistent small airways dysfunction after exposure to hyperoxia. J. Appli. Physiol. 1995; 78 (4): 1421-1424
4. Thorsen E, Segadal K, Kambestad B. Gulsvik A. Diver's lung function: Small airways disease? Br J Ind Med.1990 Apr;47(8):519-523.
5. Skogstad M, Skare O. Pulmonary function among professional divers over 12 years and the effect of total number of dives. Aviat Space Environ Med. 2008 Sept;79(9):883-887.
6. Watt SJ. Effect of commercial diving on ventilator function. Br J Ind Med. 1985;42(1):59-62.
7. Reuter M, Tetzlaff K, Steffens JC, Glüer CC, Faeseke KP, Bettinghausen E, et al. Functional and high-resolution computed tomographic studies of divers' lungs. Scandinavian journal of work, environment & health. 1999 :67-74.
8. Watt SJ. Effect of commercial diving on ventilatory function. Br J Ind Med. 1985; 42(1): 59–62.
9. Wilson A. Prevalence and characteristics of lung function changes in recreational scuba divers. Prim Care Respir J. 2011; 20(1): 59–63,
10. Elliott DH, Moon RE. Long-term health effects of diving. In: Bennett PB (eds.) The Physiology and Medicine of Diving. 4th Edn. London, Saunders. 1993: 585–604.
11. Tetzlaff K, Friege L, Reuter M, Haber J, Mutzbauer T, Neubauer B. Expiratory flow limitation in compressed air divers and oxygen divers. European Respiratory Journal. 1998;12(4): 895-9.
12. Najim AH Alewi, Jasim N. Al-Asadi, Omran S. Habib. The effects of diving on pulmonary function. The Medical Journal of Basrah University. 2006; 24(18.2): 55–59.
13. Sames C, Gorman DF, Mitchell SJ, Gamble G. The long-term effects of compressed gas diving on lung function in New Zealand occupational divers: a retrospective analysis.
14. Crosbie WA, Reed JW, Clarke MC. Functional characteristics of the large lungs found in commercial divers. J Applied Physiology. 1979; 46(4): 639–645,
15. Crosbie WA, Clarke MB, Cox RA, McIver NK, Anderson IK, Evans HA, et al. Physical characteristics and ventilatory function of 404 commercial divers working in the North Sea. Occupational and Environmental Medicine. 1977;34 (1):19-25.
16. Clifford GM, Smith DJ, Searing CSM. A comparison of lung volumes between divers and submariners in the Royal Navy. J R Nav Med Serv 1984; 70: 143–148.
17. Adir Y, Shupak A, Laor A, Weiler-Ravell D. Large lungs in divers: natural selection or a training effect?. Chest. 2005;128(1):224-8..
18. Merkus PJFM, Quanjer PH. Expiratory flow limitation in divers. Eur Respir J 1999; 13: 1496–1497.FREE Full TextGoogle Scholar
19. Skogstad M, Thorsen E, Haldorsen T. Lung function over the first 3 years of a professional diving career. Occup Environ Med 2000; 57: 390–395.

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.30491/1.2.75]

20. Chong SJ, Tan TW, Lim JYJ. Changes in lung function in Republic of Singapore Navy divers. Diving Hyperb Med. 2008; 38: 68–70.
21. Skogstad M, Haldorsen T, Kjuus H. Pulmonary and auditory function among experienced construction divers: a cross-sectional study. Aviat Space Environ Med. 1999; 70: 644–649.
22. Sekulic D, Tocilj J. Pulmonary function in military divers: smoking habits and physical fitness training influence. Mil Med. 2006; 171: 1071–1075.
23. Konarski M, Klos R, Nitsch-Osuch A, et al. Lung function in divers. Adv Exp Med Biol. 2013; 788: 221–227.
24. Dembert ML, Beck GJ, Jekel JF, Mooney LW. Relations of smoking and diving experience to pulmonary function among US Navy divers. Undersea biomedical research. 1984;11(3):299-304.
25. Lemaître F, Bedu M, Coudert J. Pulmonary function of recreational divers: a cross sectional study. Int J Sports Med. 2002; 23: 273–278.
26. Lemaître F, Tourny-Collot C, Lemouton MC. Ventilatory function in experienced recreational scuba divers: evidence of small airways disease? Int J Sports Med. 2006; 27: 875–879.
27. Fitzpatrick DT, Conkin J. Improved pulmonary function in working divers breathing nitrox at shallow depths. Aviat Space Environ Med. 2003; 74: 763–767.
28. Shykoff BE, Petryszyn JD. Stability of pulmonary function in U.S. Navy divers. Undersea Hyperb Med. 2004; 31: 385–386.
29. Voortman M, Ooij PJ, Hulst RA, Zanen P. Pulmonary function changes in Navy divers during their professional careers. Undersea & hyperbaric medicine: journal of the Undersea and Hyperbaric Medical Society, Inc. 2016;43(6):649-57.
30. Ong LM, Bennett MH, Thomas PS. Pulmonary dysanapsis and diving assessments. Undersea Hyperb Med. 2009; 36: 375–380
31. Davey IS, Cotes JE, Reed JW. Relationship of ventilatory capacity to hyperbaric exposure in divers. J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol. 1984; 56: 1655–1658.

[Downloaded from jmarmed.ir on 2026-11-07]

[DOI: 10.30491/1.2.75]