

## تأثیر ورزش‌های آبی منظم بر فشارخون افراد پر فشار خون: مطالعه فراتحلیلی

زهرا محمدپور<sup>۱</sup>، کریم آزالی علمداری<sup>۲\*</sup>، اعظم زرنشان<sup>۳</sup>

۱. کارشناس ارشد فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

۲. دانشیار فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

۳. استادیار فیزیولوژی ورزش، گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم تربیتی و روانشناسی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۷/۲۲

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۵/۲۱

شماره صفحات: ۵۹ تا ۷۶

## چکیده

مطالعه فراتحلیلی حاضر به دلیل اهمیت بررسی تأثیر تمرین ورزش در آب در بیماران پر فشارخون، به تعیین کمی تغییرات فشارخون بعد از تمرینات ورزشی آبی و شناسایی زیرگروه‌های دارای بیشترین تغییرات، پرداخته است. کارآزمایی‌های بالینی منتشرشده در مجلات پژوهشی انگلیسی و فارسی تا جولای ۲۰۲۰ از سایت‌های google scholar، Pubmed، Science Direct، sid و magiran سرچ شدند. ۱۲ مداخله با استفاده از مدل اثرات تصادفی برای تعیین اندازه اثر (تفاوت در میانگین با تناوب اطمینان ۹۵٪) تحلیل شدند. فراتحلیل‌های طبقه‌ای در مورد زیرگروه‌های جنسیت، وضعیت یائسگی، شدت و تعداد جلسات تمرین در هفته بررسی و همبستگی بین سن، وزن بدن، دمای آب و مدت تمرین با مقدار تغییرات فشارخون با فرا رگرسیون تصادفی واحد انجام شد. تمرین ورزشی در آب، فارغ از ویژگی‌های فردی بیماران و یا تعداد جلسات تمرین و دمای آب، به ترتیب سبب  $-12/29$  و  $-5/69$  میلی‌متر جیوه کاهش در فشارخون سیستولی و دیاستولی شد. در ضمن، فقط مقدار کاهش فشارخون سیستولی با دمای آب ( $P=0/012$ ) و وزن بدن آزمودنی‌ها ( $P=0/003$ )، همبستگی داشت ( $\beta_1=0/38$ ) ( $P<0/05$ ). تمرین ورزشی در آب باعث کاهش قابل‌ملاحظه فشارخون سیستولی و دیاستولی بیماران پر فشار خون می‌شود که بر اهمیت بالینی تمرینات آبی در کنترل پر فشارخونی تأکید می‌کند؛ اما به نظر می‌رسد که با کمتر شدن وزن بدن و همچنین افزایش دمای آب (تا  $38^\circ\text{C}$  درجه) فواید بیشتری از نظر کاهش فشارخون حاصل شود. ولی به دلیل کم بودن شواهد و هتروژنیته در نتایج، هنوز باید کارآزمایی‌های بالینی بیشتری فراهم شوند.

کلیدواژه‌ها: تمرین در آب، کارآزمایی بالینی، پر فشارخونی، فراتحلیل

## Effect of regular aquatic exercises on blood pressure in Hypertensive subjects: a meta-analysis

Zahra Mohammadpour<sup>1</sup>., Karim Azali Alamdari<sup>2\*</sup>., Azam Zarneshan<sup>3</sup>

1. Master in Sport Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Azerbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
2. Associate Professor in Sport Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Azerbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
3. Associate Professor in Sport Physiology, Department of Sport Sciences, Faculty of Education and Psychology, Azerbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

## Abstract

In this meta-analysis study, because of the necessity for analytic investigation of the blood pressure (BP) response to aquatic exercise training (AET) in hypertensive patients, was to quantify BP changes after (AET) and identify subgroups exhibiting the largest changes. Clinical trials investigating the impact of AET on hypertensive patients published in English and Persian research journals up to July 2020 were searched from google scholar, Pubmed, Science Direct, SID and magiran. 12 studies were analyzed to quantify effect sizes (difference in means with 95% confidence intervals) using Random Effects model. Subgroup analyses included gender, menopause status, number of sessions per week and training intensity categories. Simple random-effects meta-regression analysis (methods of moment approach) was performed to investigate the association between changes in BP and changes in both training duration and water temperature. AET decreased both SBP and DBP;  $-12/29$  and  $-5/69$  mm Hg respectively, regardless to hypertensive subjects' characteristics, training session count per week and water temperature. A tendency for larger reductions in SBP with greater reductions in body weight ( $\beta_1=0.38$ ,  $P=0.003$ ) and water temperature ( $\beta_1=1-.29$ ,  $P=0.012$ ) were observed after AET. In addition, the magnitude of the effect of AET on both SBP and DBP were significant in all subgroups (except for SBP in males) ( $P<0.05$ ). AET remarkably lowers both SBP and DBP in hypertensive emphasizing on the clinical importance of AET in controlling hypertension. Likewise; it seems more BP reductions could be inevitable in patients with lower body weight and also elevations in water temperature (up to  $38^\circ\text{C}$ ). However, more clinical trials still need to be provided because of the lack of evidence and also heterogeneity of the results.

**Keywords:** Aquatic Exercise Training, Clinical Trial, Hypertension, Meta-Analysis.

\*. azalof@gmail.com

## مقدمه

پرفشارخونی، افزایش فشارخون شریانی سیستمیک به‌طور گذرا یا ثابت است که منجر به عواقب نامطلوب سلامتی می‌گردد. هر ۱۰ میلی‌متر جیوه کاهش در فشار سیستولی، با ۲۰ درصد کاهش خطر بیماری قلبی - عروقی و ۱۳ درصد کاهش مرگ‌ومیر همراه است (۱). هفتمین گزارش کمیته مشترک ملی پیشگیری، تشخیص، ارزیابی و درمان پرفشارخونی، این بیماری را به‌عنوان فشارخون سیستولی و دیاستولی بالای ۱۴۰ و ۹۰ میلی‌متر جیوه و یا استفاده از داروهای ضد فشارخونی تعریف کرده است. عوامل خطر ابتلا به فشارخون بالا به سبک زندگی وابسته هستند و مطالعات فراتحلیلی نشان داده‌اند که ورزش منظم در کنترل فشارخون مؤثر است (۲-۶). چندین سازمان و کمیته تخصصی نیز ورزش را به‌عنوان اساسی‌ترین عامل مربوط به سبک زندگی برای پیشگیری، درمان و کنترل فشارخون توصیه کرده‌اند. زیرا که سبب کاهش ۵-۷ میلی‌متر جیوه در فشارخون بزرگ‌سالان مبتلا به پرفشارخونی می‌شود. بااین‌حال، هنوز این توصیه‌ها از لحاظ مؤلفه‌های مربوط به تعداد جلسات ورزش در هفته، شدت، مدت و نوع تمرینات متفاوت هستند. به‌علاوه، اکثر تحقیقاتی که این توصیه‌ها را ارائه کرده‌اند، عموماً بر روی افراد فاقد فشارخون انجام شده‌اند (۷). فرا تحلیل‌های آماری گذشته با تمرکز بر نقش انواع ورزش‌ها (۴، ۵، ۸)، استفاده از هر دو تمرین هوازی و تمرین مقاومتی پویا را برای کاهش فشارخون پیشنهاد کرده‌اند (۵، ۶) و همچنین کاهش ۱۰-۱۳ میلی‌متر جیوه در SBP و ۶-۸ میلی‌متر جیوه در DBP را در پاسخ به تمرین بدنی ایزومتریک را نیز تأیید کرده‌اند (۹). برخی فرا تحلیل‌ها کارآزمایی‌های تصادفی عمدتاً مربوط به تأثیر ورزش استقامتی (۴، ۵، ۸، ۱۰) و تمرین مقاومتی (۶، ۱۱) را مورد بررسی قرار داده‌اند و سایر فراتحلیل‌های اخیر نیز تأثیر انواع دیگر ورزش‌ها مثل تای چی و یوگا را بررسی کرده‌اند (۱۲، ۱۳). بااین‌حال، باینکه بیشتر مطالعات انجام‌شده روی افراد پرفشار خون تا به امروز شامل قدم‌زدن، دویدن یا دوچرخه‌سواری بوده است (۱۴، ۱۵)، ولی تمرینات مبتنی بر آب نیز می‌توانند باعث تقویت اجزاء آمادگی جسمانی، مثل قدرت، انعطاف‌پذیری، ظرفیت تنفسی و ترکیب بدن شوند. به‌علاوه محیط آبی ممکن است گزینه‌ای جایگزین برای افرادی باشد که دوست ندارند در زمین خشک فعالیت بدنی انجام دهند. ورزش در آب به دلیل افزایش فشار هیدرو استاتیکی، اثر هیپوتانسیون (پایین آوردن فشارخون) دارد. این ویژگی آب باعث انتشار خون از محیط به قسمت مرکزی بدن شده و با افزایش برون ده قلب به افزایش جریان خون کلیوی همراه با کاهش فعالیت رنین پلاسمایی و افزایش غلظت عامل سدیمی دهلیزی (ANP) منجر می‌شود و در نتیجه این عوامل فشارخون کاهش می‌یابد. ولی، لازم به ذکر است که اکثر مبتلایان به فشارخون در سنین میان‌سالی و بالاتر واقع هستند و معمولاً پرفشارخونی نتیجه سبک زندگی غیرفعال، چاقی و مصرف غذاهای چرب و پر نمک است که پیامد آن‌ها نیز چاقی هست. بنابراین در اکثر موارد بیماران پرفشار خون به دلیل وزن بالا (۱۶) به دلیل احتمال ایجاد مشکلات مفصلی و ارتوپدی ناشی از تحمل وزن بدن در حرکات تکراری، از لحاظ امکان مشارکت در فعالیت‌های هوازی ویژه کاهش وزن بدن و فشارخون محدودیت دارند. ولی ورزش‌های آبی به دلیل کاستن از

فشار وزن بدن بر مفاصل، این مشکلات را ندارند و گزینه مناسبی برای تجویز در این جمعیت محسوب می‌شوند.

به علاوه برخی درمان‌های غیر دارویی مانند محدودیت نمک، کاهش وزن، توقف مصرف دخانیات، تغذیه سالم و تمرین ورزشی نیز در دستورالعمل‌های مربوط به کنترل فشارخون توصیه شده‌اند (۹). با این حال، ممکن است که خیلی از بیماران به این نوع درمان‌ها پاسخ ندهند و یا اینکه قادر به پیروی از درمان‌های غیر دارویی نباشند. همچنین تحقیقات اندکی اثربخشی تکنیک‌های مختلف را مقایسه کرده‌اند و یا اینکه عوامل تعیین‌کننده مقدار کاهش فشارخون را به منظور بهینه‌سازی روش‌های درمانی برای افراد ارزیابی کرده‌اند. ولی معمولاً بیماران مجموعه‌ای از آن‌ها را رعایت می‌کنند و بدین ترتیب مخلوط شدن اثر آن‌ها، امکان تفکیک اثرات صرف ناشی از تمرین بدنی را با مشکل مواجه کرده است. بنابراین هنوز اثرات فزاینده و یا تضعیف‌کننده هم‌زمان این روش‌ها بر فشارخون بیماران معلوم نشده است (۱۷).

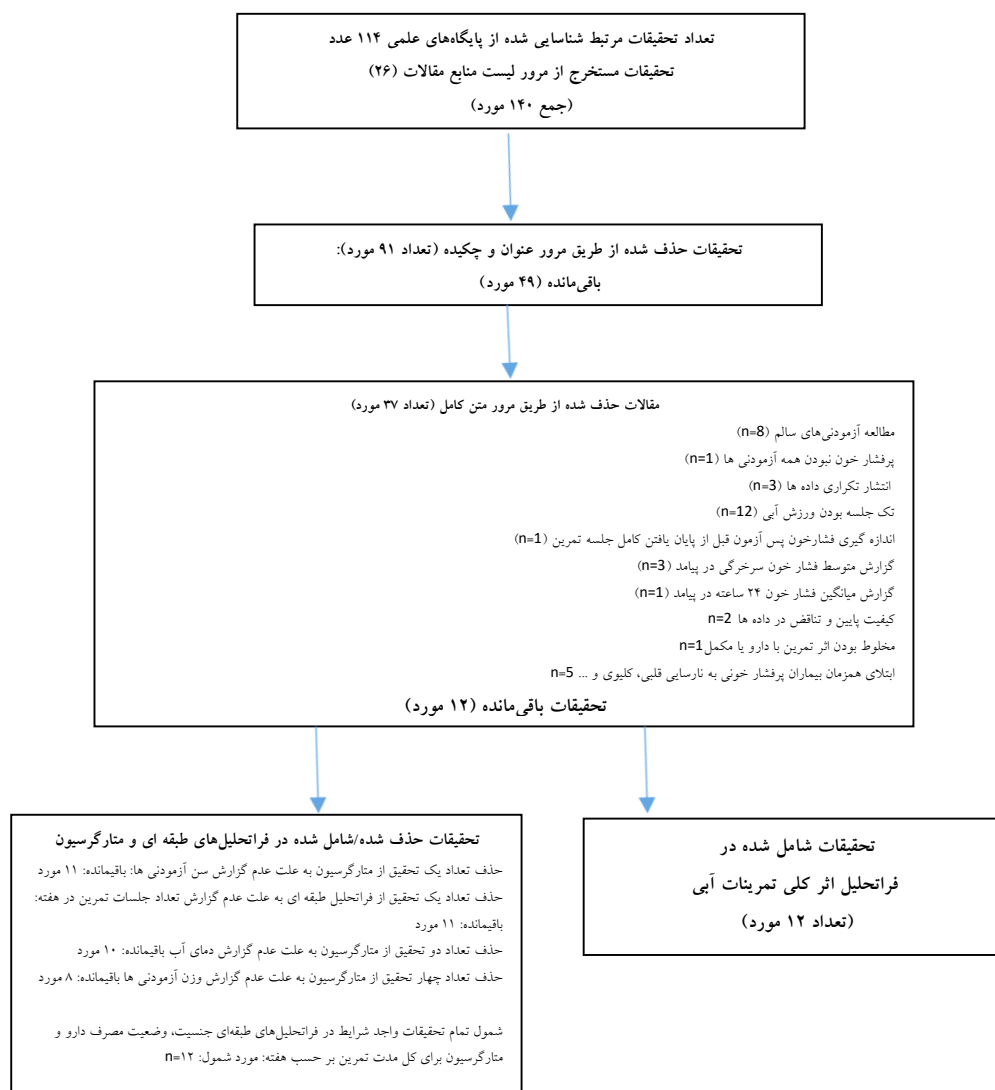
تاکنون فقط در یک تحقیق تأثیر تمرینات ورزشی آبی بر فشارخون افراد پرفشار خون در بخشی از فراتحلیل‌های طبقه‌ای بر روی هفت مداخله بررسی شده است (۳) که از لحاظ شمول مقالات واجد شرایط دقت زیادی نداشته (مثلاً آزمودنی‌های یکی از هفت تحقیق مورد شمول در طبقه بیماران پرفشار خون سالم و بدون هرگونه بیماری هستند (۱۸)، سه تحقیق منتشرشده در این زمینه (۲۱-۱۹) با وجود واجد شرایط بودن برای فراتحلیل مذکور از قلم افتاده‌اند) و همچنین رویکرد کلی آن فراتحلیل به طور انحصاری به تأثیر تمرینات آبی بر بیماران پرفشار خون معطوف نبوده است. بنابراین نتایج آن تحقیق در مورد فراتحلیل طبقه‌ای بیماران پرفشار خون هم نادرست و هم ناقص هست.

بنابراین برای تعیین تأثیر کمی تمرینات ورزشی آبی بر فشارخون دقیقاً در شرایط بالینی بیماران پرفشار خون که معمولاً ترکیبی از روش‌های کنترل فشارخون را استفاده می‌کنند، نیاز به انجام فراتحلیل آماری وجود دارد و نتایج آن می‌تواند در آینده مبنای تجویز دستورالعمل‌های تمرینی برای جمعیت بیماران قرار گیرد. بدین ترتیب هدف این تحقیق انجام فراتحلیل آماری بر روی مطالعات مربوط به بررسی تأثیر تمرین ورزشی آبی منظم (با رعایت استانداردهای مربوطه) به طور ویژه فقط در جمعیت بیماران پرفشار خون و یا در حال مصرف داروهای ضد فشارخون بود.

## روش‌شناسی

جستجوی سیستماتیک در سایت‌های Science Direct، Pubmed، google scholar و sid، magiran تا جولای ۲۰۲۰ با سربندهای موضوعی -hypertension, high blood pressure, aquatic, water-based exercise, exercise, aquatic exercise, blood pressure, swimming SBP/DBP و همراه با استراتژی جستجوی حساس به واژه randomized controlled trials انجام شد. منابع ارجاع شده در مقالات یافت شده، مجدد جستجو شد. همچنین مقالات فارسی بر اساس همین عناوین در سایت‌های SID، google و magiran جستجو شدند. شاخص‌های شمول در تحقیق شامل ۱) انجام کارآزمایی‌های

بالینی بر روی آزمودنی‌های مبتلا به پرفشارخونی (فشار میانگین سرخرگی بالای ۱۰۰ میلی‌متر جیوه) و یا در حال مصرف داروهای ضد فشارخون و فاقد سایر بیماری‌های قلبی عروقی (به‌غیر از سندرم متابولیک و یا شاخص‌های خطر متابولیک)، (۲) تقسیم نمونه‌ها به دو گروه تصادفی تمرین و کنترل (۳) انجام فقط ورزش منظم آبی در گروه تمرین (مخلوط نبودن تأثیر تمرین با تأثیر سایر متغیرها مانند تغذیه، دارو ... (۴) گزارش میانگین و انحراف استاندارد فشارخون سیستولی و دیاستولی پایه و پس از تمرین در هر دو گروه تمرین و کنترل و یا میانگین و انحراف استاندارد تغییرات فشارخون در طول مداخله در هر دو گروه (۵) انجام تمرینات ورزشی در آب به مدت بیش از یک جلسه در هفته (۶) انتشار مقاله در نشریات معتبر تا پایان جولای ۲۰۲۰ و بالا بودن کیفیت مطالعه از حد متوسط (امتیاز PEDRO بیش از ۴) بود. طرح شماتیک روند شناسایی تحقیقات مورد شمول در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱. مرور شماتیک روند جستجو شمول مقالات در فراتحلیل

کیفیت مطالعات با استفاده از مقیاس PEDRO (جدول ۲) بررسی شد [۶۳] ولی با توجه به ماهیت تحقیق، مسئله دو سو کور بودن محقق و آزمودنی و allocation concealment از سؤالات مقیاس حذف شده و حداکثر امتیاز ۸ در نظر گرفته شد. تمام مقالات شناسایی شده به طور مستقل توسط دو محقق بررسی و در موارد وجود اختلاف پس از تبادل نظر تصمیم گیری شد.

جدول ۱. ویژگی های مطالعات مورد بررسی در فراتحلیل

| Arca 2013 | Asadi 2015 | Chen 2010 | Cruz 2017 | Farahani 2010 | Gv Guimaraes 2018 | Hamedniya 2010 | Kim 2016 | Mohr 2014 | Nualmin 2012 | Tanaka 1997 | شاخص های ارزیابی                           |
|-----------|------------|-----------|-----------|---------------|-------------------|----------------|----------|-----------|--------------|-------------|--------------------------------------------|
| ۱         | ۱          | ۱         | ۱         | ۱             | ۱                 | ۱              | ۰        | ۱         | ۱            | ۱           | معیار اختصاصی واجد شرایط بودن              |
| ۱         | ۱          | ۱         | ۱         | ۱             | ۱                 | ۱              | ۱        | ۱         | ۱            | ۱           | تقسیم تصادفی                               |
| ۰         | ۱          | ۰         | ۰         | ۱             | ۱                 | ۱              | ۱        | ۰         | ۱            | ۰           | تشابه ویژگی های پیش آزمون                  |
| ۱         | ۱          | ۱         | ۱         | ۱             | ۰                 | ۰              | ۰        | ۱         | ۱            | ۱           | اندازه گیری محقق کور <sup>۱</sup>          |
| ۱         | ۱          | ۱         | ۱         | ۰             | ۱                 | ۱              | ۱        | ۱         | ۱            | ۱           | جمع آوری فاکتور اصلی از ۸۵ درصد آزمودنی ها |
| ۱         | ۰          | ۰         | ۱         | ۱             | ۱                 | ۱              | ۱        | ۱         | ۰            | ۰           | تحلیل تمایل به درمان                       |
| ۱         | ۱          | ۱         | ۱         | ۱             | ۱                 | ۱              | ۱        | ۱         | ۱            | ۱           | مقایسه آماری بین گروهی                     |
| ۱         | ۱          | ۱         | ۱         | ۱             | ۱                 | ۱              | ۱        | ۱         | ۱            | ۱           | اندازه گیری در مراحل و فواصل               |
| ۷         | ۷          | ۶         | ۷         | ۷             | ۷                 | ۷              | ۶        | ۷         | ۷            | ۶           | امتیاز کل PEDro                            |

جدول ۲. ویژگی های آزمودنی ها و جزئیات مطالعات مورد شمول در فراتحلیل

| نام مطالعه    | ویژگی آزمودنی ها                                                                   | ویژگی تمرین در پایان مداخله                                                                                                                                                    |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Arca 2013     | ۳۳ زن یائسه پرفشار خون در ۲ گروه تمرین در آب<br>n=۱۹ و گروه کنترل n=۱۴             | ۱۲ هفته تمرین شنا و دوچرخه در خشکی با ۵۰-۶۰٪ HRmax و دما استخر ۳۳-۳۳٫۵°C                                                                                                       |
| Asadi 2015    | ۲۰ زن پرفشار خون با میانگین سنی ۴۱/۶۱±۵۸/۵۵ در دو گروه تمرین (n=۱۰) و کنترل (n=۱۰) | ۸ هفته تمرین هوازی در آب گرم شامل به مدت ۴۵-۶۰ دقیقه با دو جلسه در هفته با شدت ۶۰۰-۷۵٪ MHR                                                                                     |
| Chen 2010     | ۲۳ جوان ۲۱/۵ ساله، ۷ نفر پرفشار خون و ۱۶ نفر فشارخون طبیعی                         | ۱ سال تمرینات شنا از ۰ تا ۷ کیلومتر                                                                                                                                            |
| Cruz2017      | ۴۴ بیمار پرفشار خون با میانگین سنی ۵۳±۰/۹ در ۲ گروه تمرین n=28 و کنترل n=16        | ۱۲ هفته تمرین سبک ۶۰ دقیقه ای، ۳ روز در هفته درون آب گرم ۳۲ درجه تا ارتفاع زائده خنجر شامل نرمش ها با مقاومت آب و راه رفتن در آب با شدت ۱۱-۱۳ مقیاس بورگ دمای آب ۳۰ تا ۳۲ درجه |
| Farahani 2010 | ۴۰ مرد پرفشار خون در دو گروه تمرین (۱۲ نفر)، سن ۴۸ سال و کنترل (۲۸ نفر)، سن ۴۶ سال | ۱۰ هفته تمرینات آبی به مدت ۵۵ دقیقه، ۳ بار در هفته. شدت تمرین در ابتدا ۶۵-۶۰٪ HRMax و سپس ۷۵-۷۰٪ HRMax دمای آب ۳۱-۳۲ درجه                                                      |

۱. اندازه گیری فشارخون با استفاده از ابزارهای اتوماتیک، نیمه اتوماتیک و یا جیوه ای صفر تصادفی به عنوان اندازه گیری محقق کور در نظر گرفته شد.

|                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                             |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| ۱۷ زن و ۱۵ مرد پرفشارخون با میانگین سنی $53/7 \pm 6$<br>در ۲ گروه تمرین ( $n=16$ )، کنترل ( $n=16$ ) | ۱۲ هفته تمرین در آب گرم با مقیاس بورگ ۱۱-۱۳ و سرد کردن<br>بیرون استخر، ۳ بار در هفته با دمای ۳۲ درجه استخر                                                                                                  | GV Guimaraes<br>2018 |
| ۳۴ زن یائسه پرفشارخون $55 \pm 7/6$ سال در ۲ گروه<br>تمرین و کنترل                                    | ۸ هفته تمرینات شنا شامل سرخوردن به جلو پشت ۴ بار در هفته با<br>شدت متوسط $HRMax/60-70$                                                                                                                      | Hamedniya 2010       |
| ۵۰ زن پرفشارخون ۷۲/۵ ساله در دو گروه ۲۵ نفری<br>تمرین و کنترل                                        | ۱۲ هفته تمرین آبی با ۳ روز در هفته با ضربان قلب تقریبی مابین<br>۱۲۹-۱۳۸ ضربه بر دقیقه به مدت ۵۰ دقیقه در هر جلسه                                                                                            | Kim2016              |
| ۶۲ زن با میانگین سنی ۴۵ سال در سه گروه تمرین<br>شدید $n=21$ ، تمرین $n=21$ و کنترل $n=20$            | ۱۵ هفته، سه جلسه در هفته در آب ۲۶ درجه.<br>HIIT: ۶ الی ۱۰ وهله شنای ۳۰ ثانیه‌ای با حداکثر تلاش با<br>تناوب‌های استراحت غیرفعال دودقیقه‌ای<br>تمرین تداومی: هر جلسه یک ساعت شنا برای طی حداکثر مسافت<br>ممکن | Mohr2014             |
| ۱۱ مرد و ۳۲ زن پرفشارخون با میانگین سنی ۵۰ تا ۸۰<br>سال در ۲ گروه تمرین $n=24$ و کنترل $n=19$        | ۱۲ هفته تمرین شنا با $HRMax/60$ در هفته اول و در هفته ۳-۴ با<br>$HRMax/70-75$                                                                                                                               | Naulmin 2012         |
| ۱۸ زن و مرد پرفشارخون $48 \pm 2$ ساله در ۲ گروه<br>تمرین $n=12$ و کنترل $n=6$                        | ۱۰ هفته تمرینات شنا به مدت ۶۰ دقیقه و ۳ بار در هفته و $60\%$<br>$HRMax$ و $VO_2$ با دمای $27-28^\circ C$                                                                                                    | Tanaka 1997          |

**استخراج داده‌ها:** داده‌ها و جزئیات مداخله (میانگین SBP یا DBP، تعداد نمونه‌ها، نوع ورزش آبی، شدت، مدت، فرکانس، جزئیات گروه مداخله و مدت مداخله) از مطالعات برای فراتحلیل استخراج شد. کیفیت مطالعه براساس مقیاس PEDRO بررسی شد. داده‌های مربوط به ویژگی‌های آزمودنی‌ها، برنامه تمرین و پیامد اصلی مورد مطالعه به‌طور منظم مرور شد. اطلاعات مربوط توسط هر محقق به‌طور مستقل در یک پایگاه داده (Excell) بایگانی شد. در موارد عدم توافق نظر مجدداً با تبادل نظر تصمیم‌گیری شد. به‌علاوه، اندازه‌گیری فشارخون با استفاده از ابزارهای اتوماتیک، نیمه‌اتوماتیک و یا جیوه‌ای صفر تصادفی به‌عنوان اندازه‌گیری محقق کور (یک مقوله از جدول PEDRO) در نظر گرفته شد. فراتحلیل با استفاده از نرم‌افزار CMA2 و مدل اثرات تصادفی انجام شد. هتروژنیتی آماری با استفاده از آزمون کوکران بررسی و. اندازه I2 بیش از ۵۰٪ درصد به‌عنوان هتروژنیتی بالا تلقی شد. برای ارزیابی کمی سوگیری انتشار، فونل پلات‌های مربوط به‌اندازه اثر در برابر خطای استاندارد رسم شد و با استفاده از رگرسیون اگر، عدم تقارن فونل پلات ارزیابی شد. همچنین روش جایگزینی ترمیم و فیل<sup>۲</sup> برای ترمیم اثر سوگیری انتشار بر نتایج استفاده شد. با استفاده از فراتحلیل‌های طبقه‌ای (زیرگروهی)، مقایسه مقدار اثرات تمرینات آبی بر فشارخون سیستولی و دیاستولی در بین زیررده‌های جنسیت، وضعیت یائسگی، شدت تمرین، وضعیت مصرف دارو تعداد جلسات تمرین در هفته بررسی شد. به‌علاوه، تحلیل متارگرسیون اثرات تصادفی واحد<sup>۳</sup> برای بررسی همبستگی بین تغییرات فشارخون در اثر تمرینات آبی و سن آزمودنی‌ها، طول کل مدت اجرای تمرینات برحسب هفته، وزن بدن آزمودنی‌ها در تحقیقات

1. Egger's regression concept  
2. Trim and Fill  
3. methods of moment approach

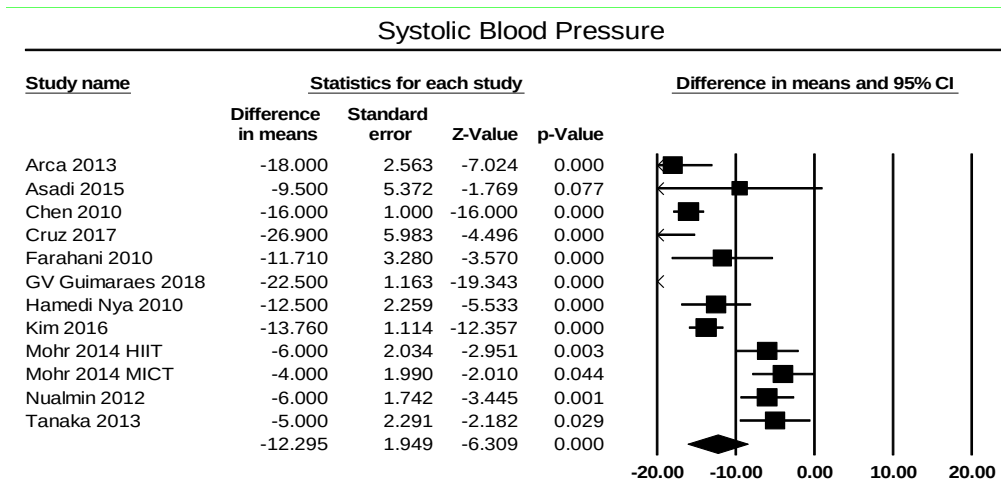
مورد شمول و همچنین دمای آب در تحقیقات مورد شمول انجام گرفت. سطح اطمینان آماری برای تمام تناوب‌های اطمینان مربوط به پیامدها برابر با ۰/۹۵ در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

در مورد مقالات لحاظ کننده فشارخون بالا به عنوان پیامد، از بین تحقیقات مرتبط جستجو شده، تعداد ۱۲ مقاله (۱۹-۳۰) (شامل ۱۲ مداخله) با شاخص‌های شمول در تحقیق ما همخوانی داشتند. ویژگی‌های کارآزمایی‌های مورد مطالعه در جدول ۲ نمایش داده شده است. تمام مطالعات تا قبل از جولای ۲۰۲۰ و در مورد تأثیر تمرین آبی بر آزمودنی‌های دارای فشارخون بالا منتشر شده بودند.

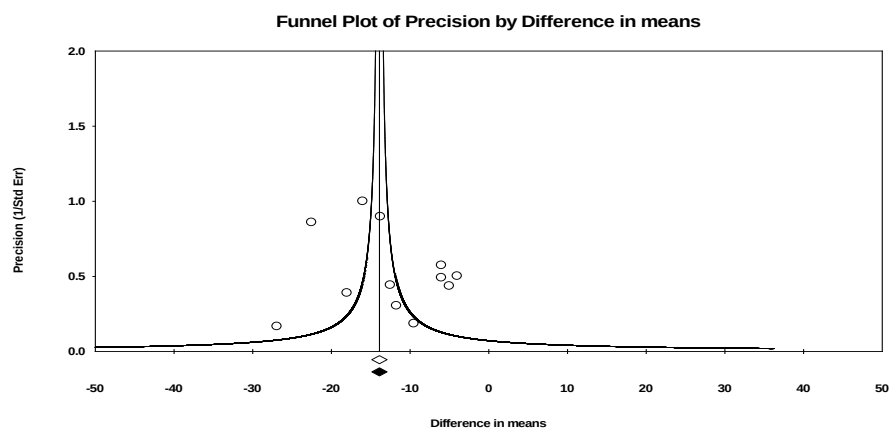
در یک تحقیق (۱۹) سن آزمودنی‌های پرفشارخون به صورت مخلوط با افراد طبیعی گزارش شده بود و دامنه سنی آزمودنی‌ها در ۱۲ مداخله مورد بررسی در بین ۴۵ تا ۷۲ سال قرار داشت. تعداد پنج مداخله هردوی زنان و مردان، شش مداخله فقط زنان و یک مداخله فقط مردان را بررسی کرده بودند. از بین تحقیقات انجام شده در زنان (شش مورد)، چهار مورد بر روی زنان یائسه انجام شده بود. استفاده از دارو در هفت مداخله گزارش شده بود که داروهای کاهنده فشارخون، چربی خون و قند خون به عنوان متداول‌ترین انواع دارویی بودند. مدت مداخلات مورد بررسی در بین ۸ هفته تا ۱۲ ماه نوسان داشت. تعداد جلسات تمرین در یازده مداخله (به جز (۱۹)) گزارش شده بود که بین دو تا چهار جلسه در هفته نوسان داشت. در تحقیقات مورد بررسی از پیاده روی، رکاب زنی، شنا و تمرینات ترکیبی به عنوان نوع تمرین استفاده شده بودند. شدت تمرین اگرچه واحدهای مختلفی مانند شاخص بزرگ، ضربان قلب ذخیره، ضربان قلب بیشینه، حداکثر اکسیژن مصرفی، درصدی از شدت تلاش و شنا در مسافت حداکثر ممکن در طی یک ساعت داشت که در بین کم (دو مداخله)، متوسط (هشت مداخله) تا بالا (دو مداخله) قابل طبقه بندی بود. در تمام تحقیقات برنامه تمرین نظارت شده انجام شده بود. دمای آب برای تمرین در ۱۰ مداخله به جز (۱۹) و (۲۸) گزارش شده بود که در دامنه ۲۶ تا ۳۸ درجه واقع بود. وزن بدن آزمودنی‌ها در هشت مداخله (به جز تحقیقات (۱۹، ۲۱، ۲۵، ۲۷)) گزارش شده بود که در دامنه ۶۷ تا ۹۸ کیلوگرم قرار داشت.

نتایج تحلیل کیفیت تحقیقات مورد بررسی با استفاده از مقایسه PEDro در جدول ۱ ارائه شده است که امتیاز PEDro در دامنه بین ۶ تا ۷ نوسان داشت. نتایج جدول ۲ و ۴ به ترتیب نمایانگر مقدار تغییرات خالص ایجاد شده در فشارخون سیستولی و دیاستولی در هر تحقیق و همچنین مقدار تغییرات خالص مستخرج از فراتحلیل برای هر یک از آن‌ها هست. مقدار تغییرات خالص فشارخون سیستولی در تمام کارآزمایی‌های مورد شمول روند کاهشی داشت و اثر منفرد هر یک از تحقیقات به غیر از نتایج اسدی و همکاران (۲۲)، معنی دار بود ( $P < ۰/۰۵$ ).



شکل ۲. جزئیات اثر مداخلات مورد شمول در بررسی تأثیر تمرین ورزشی در آب بر فشارخون سیستولی بیماران پرفشارخون

میانگین مقدار تغییرات خالص استخراج‌شده از فراتحلیل ۱۲ مداخله در مورد فشارخون سیستولی کاهش ۱۲/۲۹- میلی‌متر جیوه‌ای معنی‌دار (با فاصله اطمینان ۹۵٪ در بین ۱۶/۱۱- و ۸/۴۷- میلی‌متر جیوه) را نشان داد ( $P=0/001$ )، بااین حال این کاهش با هترژنیتی همراه بود ( $I^2=92/32$ ،  $P=0/001$ ). در بررسی سوگیری انتشار، عدم تقارن (شکل ۳) مشاهده نشد (Egger's regression  $P$  value=0.28).

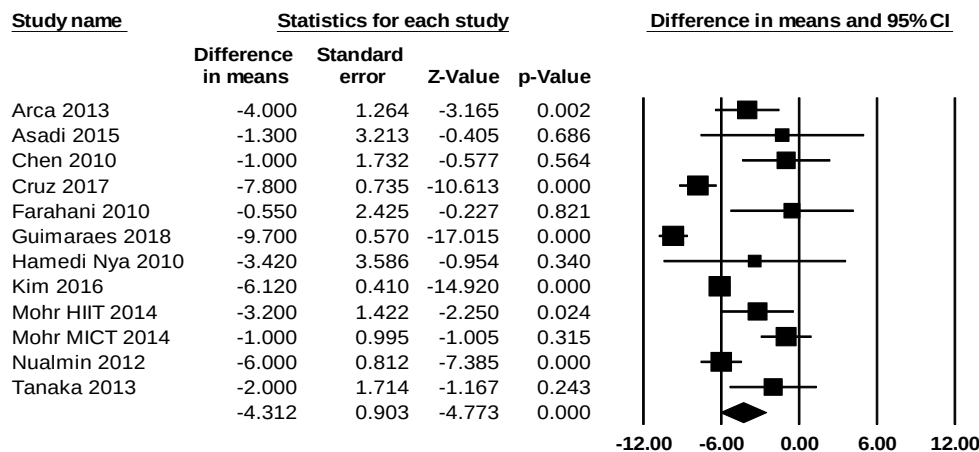


شکل ۳. نمودار کیفی مربوط به تأثیر تمرین ورزشی در آب بر فشارخون سیستولی

اما مقدار تغییرات خالص فشارخون دیاستولی نیز در تمام کارآزمایی‌های مورد شمول روند کاهشی داشت، ولی اثر منفرد فقط در شش مداخله (ارجاع به ارزش‌های  $P$  شکل ۴) معنی‌دار بود ( $P<0/05$ ).

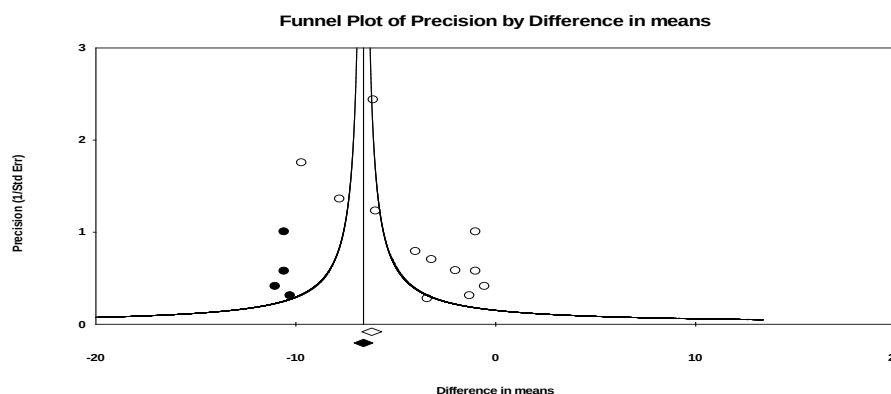


### Diastolic Blood Pressure



شکل ۴. جزئیات اثر مداخلات مورد شمول در بررسی تأثیر تمرین ورزشی در آب بر فشارخون دیاستولی بیماران پرفشارخون

میانگین مقدار تغییرات خالص استخراج شده از فراتحلیل ۱۲ مداخله در مورد فشارخون دیاستولی کاهش ۴/۳۱- میلی‌متر جیوه‌ای معنی‌دار (با فاصله اطمینان ۹۵٪ در بین ۶/۰۸- و ۲/۵۴- میلی‌متر جیوه) را نشان داد ( $P=0/001$ ،  $I^2=89/07$ )، با این حال این کاهش با هترژنیتی همراه بود ( $P=0/001$ ،  $I^2=89/07$ )، و لی در بررسی سوگیری انتشار، عدم تقارن مشاهده شد (Egger's regression  $P$  value=0.04) و پس از استفاده از روش چینش و تکمیل، ۴ مداخله توسط نرم‌افزار به سمت چپ نمودار (شکل ۵) اضافه شد و اندازه اثر اصلاح شده از ۴/۳۱- به ۵/۶۹- میلی‌متر جیوه (با فاصله اطمینان ۹۵٪ در بین ۴/۰۷- و ۷/۳۱- میلی‌متر جیوه) رسید.



شکل ۵. نمودار کیفی مربوط به تأثیر تمرین ورزشی در آب بر فشارخون دیاستولی

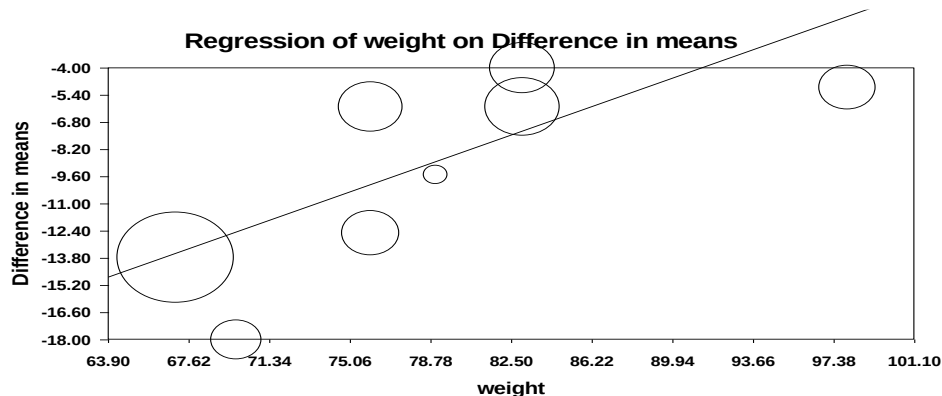
نتایج فراتحلیل‌های طبقه‌ای در مورد زیرگروه‌های نسبت وضعیت مصرف دارویی آزمودنی‌ها و یا ویژگی‌های مربوط به شدت و تعداد جلسات تمرین در هفته در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج تحلیل زیرگروهی در مورد تأثیر تمرین در آب بر مقدار تغییرات فشارخون سیستولی و دیاستولی برحسب میلی‌متر جیوه

| فشارخون دیاستولی        |                |       |                                      | فشارخون سیستولی         |                |       |                                      |                 |                    |  |
|-------------------------|----------------|-------|--------------------------------------|-------------------------|----------------|-------|--------------------------------------|-----------------|--------------------|--|
| نتایج آزمون<br>ناهمگونی |                | sig   | اندازه اثر (با فاصله<br>اطمینان ۹۵٪) | نتایج آزمون<br>ناهمگونی |                | sig   | اندازه اثر (با فاصله اطمینان<br>۹۵٪) | تعداد<br>مداخله |                    |  |
|                         |                |       |                                      |                         |                |       |                                      |                 |                    |  |
| P                       | I <sup>2</sup> |       |                                      | P                       | I <sup>2</sup> |       |                                      |                 |                    |  |
|                         |                |       |                                      |                         |                |       |                                      | ۱۲              | جنسیت              |  |
| ۰/۰۰۱                   | ۹۰/۶۳          | ۰/۰۰۰ | (-۶/۹۰ تا -۸/۳۷) -۷/۶۴               | ۰/۰۰۱                   | ۹۵/۸۵          | ۰/۰۰۱ | (-۱۴/۵۸ تا -۱۷/۱۷) -۱۵/۸۷            | ۵               | هر دو              |  |
| ۰/۹۹۹                   | ۰/۰۰۰          | ۰/۸۲  | (۴/۲۰ تا -۵/۳۰) -۰/۵۵                | ۰/۹۹۹                   | ۰/۰۰           | ۰/۰۰۱ | (-۵/۲۸ تا -۱۸/۱۳) -۱۱/۷۱             | ۱               | مرد                |  |
| ۰/۰۰۱                   | ۸۱/۶۹          | ۰/۰۰۱ | (-۴/۳۹ تا -۵/۷۵) -۵/۰۷               | ۰/۰۰۱                   | ۸۴/۵۴          | ۰/۰۰۱ | (-۹/۸۲ تا -۱۲/۸۴) -۱۱/۳۳             | ۶               | زن                 |  |
|                         |                |       |                                      |                         |                |       |                                      | ۶               | وضعیت یانگی        |  |
| ۰/۲                     | ۳۷/۷۵          | ۰/۰۳  | (-۰/۱۲ تا -۳/۳۲) -۱/۷۲               | ۰/۴۸                    | ۰/۰۰           | ۰/۰۰۱ | (-۲/۱۹ تا -۷/۷۶) -۴/۹۷               | ۲               | سالم               |  |
| ۰/۱۶                    | ۴۰/۴۳          | ۰/۰۰۱ | (-۵/۰۶ تا -۶/۵۷) -۵/۸۲               | ۰/۳۰                    | ۱۷/۲۳          | ۰/۰۰۱ | (-۱۲/۱۷ تا -۱۵/۷۶) -۱۳/۹۷            | ۴               | یانسه              |  |
|                         |                |       |                                      |                         |                |       |                                      | ۱۱              | شدت تمرین          |  |
| ۰/۲۰                    | ۳۷/۷۵          | ۰/۰۳۵ | (-۰/۱۲ تا -۳/۳۲) -۱/۷۲               | ۰/۴۸                    | ۰/۰۰           | ۰/۰۰۱ | (-۲/۱۹ تا -۷/۷۶) -۴/۹۷               | ۲               | بالا (<۶۵٪)        |  |
| ۰/۰۴۱                   | ۷۶/۰۳          | ۰/۰۰۱ | (-۴/۹۴ تا -۶/۲۶) -۵/۶۰               | ۰/۰۰۱                   | ۷۹/۲۴          | ۰/۰۰  | (-۹/۹۸ تا -۱۲/۹۰) -۱۱/۴۴             | ۷               | متوسط (۶۵٪ تا ۵۰)  |  |
| ۰/۰۲۶                   | ۵۸/۲۱          | ۰/۰۰۱ | (-۸/۱۰ تا -۹/۸۶) -۸/۹۸               | ۰/۴۷                    | ۰/۰۰           | ۰/۰۰۱ | (-۲۰/۴۲ تا -۲۴/۵۹) -۲۲/۶۶            | ۲               | پایین ۴۰ تا ۵۰٪    |  |
|                         |                |       |                                      |                         |                |       |                                      | ۱۲              | مصرف دارو          |  |
| ۰/۰۰۵                   | ۷۳/۴۶          | ۰/۰۰۱ | (-۴/۹۸ تا -۶/۶۴) -۵/۶۶               | ۰/۰۰                    | ۸۹/۵۲          | ۰/۰۰۱ | (-۱۱/۵۸ تا -۱۴/۱۳) -۱۲/۸۵            | ۵               | بدون دارو          |  |
| ۰/۰۰۱                   | ۹۲/۶۵          | ۰/۰۰۱ | (-۶/۰۸ تا -۷/۵۳) -۶/۸۰               | ۰/۰۰۱                   | ۹۳/۹۴          | ۰/۰۰۰ | (-۱۶/۸۴ تا -۱۳/۸۴) -۱۵/۳۴            | ۷               | با دارو            |  |
|                         |                |       |                                      |                         |                |       |                                      | ۱۱              | تعداد جلسه در هفته |  |
| ۰/۰۰۱                   | ۹۱/۱۷          | ۰/۰۰۱ | (-۵/۸۳ تا -۶/۸۹) -۶/۳۶               | ۰/۰۰۱                   | ۹۳/۴۴          | ۰/۰۰۱ | (-۱۲/۱۰ تا -۱۴/۴۱) -۱۳/۲۶            | ۱۰              | سه جلسه            |  |
| ۰/۴۸                    | ۰/۰۰           | ۰/۰۰۱ | (-۴/۳۲ تا -۷/۴۲) -۵/۸۷               | ۰/۹۹۹                   | ۰/۰۰           | ۰/۰۰۱ | (-۸/۰۷ تا -۱۶/۹۲) -۱۲/۵              | ۱               | چهار جلسه          |  |

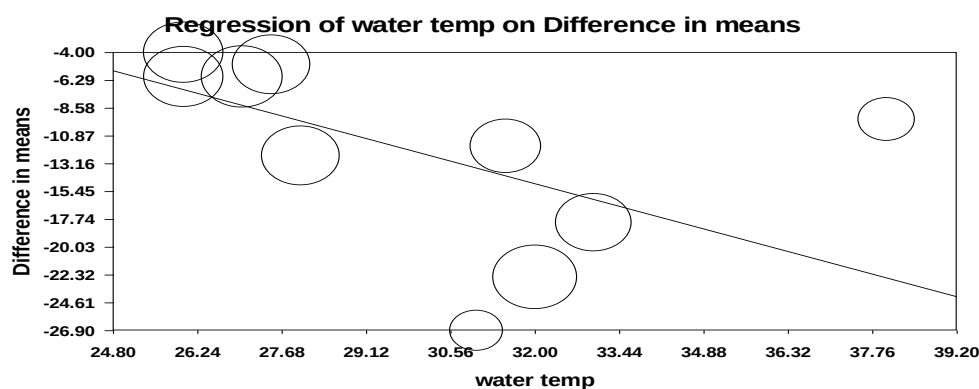
نتایج فراتحلیل‌های طبقه‌ای از لحاظ بصری، حاکی از وجود تفاوت‌های چشمگیر در مورد مقدار کاهش هر دو فشارخون سیستولی و دیاستولی در بین زیررده‌های طبقات مختلف بود، اما به علت اندک بودن تعداد کل مداخلات مورد شمول و همچنین تعداد کارآزمایی‌های توزیع‌شده در بین زیررده‌های طبقات (ستون تعداد در جدول ۳)، مقایسه میانگین وزنی اثرات در بین زیررده‌های هر یک از طبقات انجام نشد.

بررسی فرارگرسیون نشان داد که همبستگی بین سن آزمودنی‌های تحقیقات (۱۰ مداخله به جز (۱۹))  $P=۰/۴۰$ ،  $\beta_1=-۰/۲۶$  و همچنین مدت‌زمان انجام تمرینات آبی برحسب تعداد هفته ( $P=۰/۶۵$ ،  $\beta_1=۰/۰۸$ ) با مقدار کاهش فشارخون سیستولی ناشی از تمرین معنی‌دار نبود؛ اما بین دمای آب  $P=۰/۰۱۲$ ،  $P=-۱/۲۹$ ، مستخرج از ۱۰ مداخله (به جز (۱۹) و (۲۸)) و همچنین وزن بدن آزمودنی‌ها ( $P=۰/۰۰۳$ ،  $\beta_1=۰/۰۳۸$ ، مستخرج از ۸ مداخله به جز (۱۹، ۲۱، ۲۵، ۲۷)) با مقدار کاهش فشارخون سیستولی ناشی از تمرینات آبی همبستگی‌های معنی‌داری (شکل‌های ۷ و ۸) وجود داشت.



\*: دایر بزرگ‌تر، نشان‌دهنده حجم بیشتر نمونه است.

شکل ۶. نمودار همبستگی بین مقدار وزن بدن آزمودنی‌های تحقیقات و مقدار کاهش فشارخون سیستولی ناشی از تمرینات آبی



\*: دایر بزرگ‌تر، نشان‌دهنده حجم بیشتر نمونه است.

شکل ۷. نمودار همبستگی بین دمای آب در تحقیقات مورد شمول و مقدار کاهش فشارخون سیستولی ناشی از تمرینات آبی

اما در مورد مقدار کاهش فشارخون دیاستولی ناشی از تمرینات آبی با سن ( $\beta_1 = -0.14$ ,  $P = 0.28$ )، مستخرج از ۱۱ مداخله) وزن بدن آزمودنی‌ها ( $\beta_1 = 0.10$ ,  $P = 0.22$ )، مستخرج از ۸ مداخله) و همچنین دمای آب ( $\beta_1 = 0.09$ ,  $P = 0.28$ )، مستخرج از ۱۲ مداخله) و مدت تمرین ( $\beta_1 = -0.17$ ,  $P = 0.57$ )، مستخرج از ۱۰ مداخله) همبستگی وجود نداشت.

## بحث

هدف این تحقیق انجام فراتحلیل آماری بر روی مطالعات مربوط به بررسی تأثیر تمرین ورزشی آبی منظم، به‌طور ویژه فقط در جمعیت بیماران پرفشار خون و یا در حال مصرف داروهای ضد فشارخون بود. مهم‌ترین یافته این تحقیق آن بود که به‌طور ویژه در افراد پرفشارخون، انجام تمرینات ورزشی در آب باعث ۱۲/۲۹ میلی‌متر جیوه در فشارخون سیستولی و ۵/۶۹- میلی‌متر جیوه در فشارخون دیاستولی می‌شوند.

با توجه به خاصیت شناوری فعالیت‌های تحمل وزن در آب بسیار آسان‌تر از انجام در زمین هستند (۳۱)؛ و درعین حال، بر اساس دستورالعمل‌های کالج آمریکایی پزشکی ورزشی (ACSM) سطح انرژی مصرفی در تمرینات آبی و خشکی تقریباً یکسان است (۳۲)؛ اما با توجه به اینکه فقط در تعدادی از تحقیقات گذشته، بیماران پرفشارخون مورد بررسی تحت کنترل پزشکی بوده‌اند و در نتایج همین فراتحلیل نیز فقط در بخشی از

مداخلات، آزمودنی‌ها در حال مصرف داروهای کنترل‌کننده فشارخون بودند، این نکته را مطرح می‌کند که هم در افراد تحت کنترل و هم در سایر افراد مبتلا به پرفشارخونی غیر نظارت‌شده، انجام تمرینات ورزشی در آب ضمن دارا بودن خطر بروز مشکلات مفصلی و حالت راحت‌تر و مفرح برای افراد دارای وزن بالا، استراتژی مؤثری برای کاهش بیشتر فشارخون هست. بنابراین یافته‌های فراتحلیل حاضر، زمینه توصیه ورزش آبی در نسخه‌پیچی ویژه کنترل پرفشارخونی را فراهم می‌کند.

البته هم‌اکنون نیز انجام ورزش‌های آبی و شنا برای پیشگیری و درمان فشارخون بالا توسط سازمان‌های بهداشتی ملی و بین‌المللی توصیه می‌شوند (۳۳)، با این حال، مبنای این توصیه‌ها موجود از نتایج تحقیقات انجام‌شده در جمعیت فاقد پرفشارخونی بوده است. ولی باید اشاره شود که هزینه نسبتاً بالا و محدودیت دسترسی به استخر یا سایر شرایط لازم برای انجام تمرینات آبی در زمان دلخواه، می‌تواند از محدودیت‌های تجویز تمرینات ورزشی در آب برای بیماران پرفشارخون باشد؛ اما ایگارش و نوگامی (۲۰۱۷) نیز با فراتحلیل نتایج هفت مداخله که تعدادی از آن‌ها در فراتحلیل حاضر نیز شامل شده‌اند، نشان داده‌اند که تمرینات آبی در بیماران پرفشارخون به ترتیب با  $13/4-$  و  $4/6-$  میلی‌متر جیوه کاهش در فشارخون سیستولی و دیاستولی همراه است (۳۴) که از مقادیر مشاهده‌شده در فراتحلیل حاضر با شامل کردن ۱۲ مداخله و مشاهده کاهش  $12/29-$  و  $5/69-$  میلی‌متر جیوه در فشارخون سیستولی و دیاستولی تفاوت فراوانی دارد. اما آن فراتحلیل مشکلاتی داشت که در مقدمه به آن‌ها اشاره شد. همچنین باید اشاره شود که این مقدار کاهش فشارخون ناشی از تمرینات آبی در تحقیق حاضر، با مقدار کاهش (به ترتیب  $8/72-$  میلی‌متر جیوه کاهش در فشارخون سیستولی و  $3/88-$  میلی‌متر جیوه کاهش در فشارخون دیاستولی) گزارش‌شده در یک فراتحلیل اخیر در مورد تأثیر تمرینات هوازی در مورد بیماران پرفشارخون (۲) نیز تفاوت داشت که اشاره می‌کند پس از تمرینات آبی، کاهش بیشتری در فشارخون نسبت به تمرین در خشکی قابل‌انتظار است که تمرینات آبی را به انتخاب بهتری برای بیماران تبدیل می‌کند. اگرچه که تنها پس از مقایسه میانگین‌های وزنی کارآزمایی‌های مورد شمول در دو فراتحلیل، امکان ارائه نظر قطعی در این زمینه ممکن است، اما مقدار عددی تفاوت، در حدی نیست که ازلحاظ نیاز به تنظیم مجدد داروهای ضد فشارخونی بیماران، سبب نگرانی برای پزشکان شود.

به‌علاوه، ایگارش و همکاران (۲۰۱۸) هم پیشنهاد کرده‌اند که احتمالاً تمرینات آبی (که معمولاً از نوع هوازی هستند) نسبت به انجام تمرین هوازی در خشکی، اثر بزرگ‌تری بر روی فشار سیستولی دارا هستند (اگرچه که فراتحلیل آن‌ها مشکلاتی داشت). به‌هرحال، ورزش‌های آبی به دلیل ویژگی‌هایی از قبیل دما، مقاومت، فشار هیدروستاتیک، شناوری و اسکوزیته آب با تمرینات خشکی تفاوت دارند (۳۵). در حین انجام تمرینات آبی، ضمن کاهش فشارخون، به دلیل کاهش فشار بر قلب و کاهش احتمالی در تون واگی، ضربان قلب هم کاهش می‌یابد ورزش آبی به دلیل افزایش استرس پاره‌کننده ناشی از غوطه‌وری می‌تواند به افزایش تولید NO و در نتیجه کاهش متعاقب در پس بار منجر شود (۳۶). بنابراین شاید به کاهش بیشتر فشارخون سیستولی نسبت به تمرین خشکی منجر شود. به‌علاوه، به دلیل بالاتر بودن دمای بدن در تمرینات آبی در استخر و افزایش

برگشت سیاهرگی نسبت به خشکی، احتمال بیشتری برای افزایش ترشح پپتید سدیمی دهلیزی<sup>۱</sup> (ANP) با شدت اکسیژن مصرفی برابر وجود دارد (۳۷). همچنین ماندگاری افزایش ANP تا زمان ۹۰ دقیقه پس از ورزش، احتمال کاهش بیشتر فشارخون پس از هر جلسه ورزش در آب را نسبت به تمرین در خشکی، افزایش می‌دهد. همچنین کاهش مقاومت محیطی کل در اثر تغییر در عملکرد سیستم عصبی سمپاتیک، تغییر در عملکرد وازوموتور عروقی، افزایش حساسیت به انسولین (با تأثیر بر گیرنده‌های گشادکننده عروقی انسولین)، کاهش پروستاگلاندین‌های تنگ‌کننده عروق و کاهش فعالیت سیستم رنین-آنژیوتانسین از مکانیسم‌های پیشنهادی هستند. با این حال، به دلیل تعداد کم تحقیقات و تنوع حرکات انجام شده و تفاوت قابل ملاحظه پروتکل‌های تمرینات آبی در بیماران پرفشارخون، هنوز تأیید و یا رد مزیت تمرینات آبی برای کاهش بیشتر فشار سیستولی بیماران در مقایسه با تمرینات خشکی، نیاز به فراهم شدن شواهد تحقیقی بیشتری دارد.

اما در یافته‌های فرا رگرسیونی، ما مشاهده کردیم که مقدار تغییرات فشارخون دیاستولی در پاسخ به تمرینات آبی ربط مستقیمی به سن وزن بدن و یا طول مدت تمرین و همچنین دمای آب ندارد؛ بنابراین تصور کردیم در صورتی که آزمودنی‌های پرفشارخون از هر طبقه سنی و یا مقدار وزن بدن، تمرینات ورزشی در دماهای مختلف آب را دنبال کنند، با تغییرات محسوسی در فشارخون دیاستولی مواجه خواهند شد. بدین ترتیب با توجه به اینکه فشار دیاستولی سهم بیشتری از دوره قلبی را به خود اختصاص می‌دهد و اهمیت بیشتری در کنترل فشارخون دارد (۳۸)، این یافته بر قابل تجویز بودن تمرینات ورزشی در دماهای مختلف آبی برای کنترل فشار دیاستولی بیماران پرفشارخونی با سنین مختلف و یا دارای وزن‌های بدنی متفاوت تاکید می‌کند.

اما در مورد مقدار تغییرات فشارخون سیستولی در پاسخ به تمرینات آبی، همبستگی‌های متوسطی با وزن بدن و دمای آب مشاهده شد. البته همبستگی مشاهده شده در مورد وزن بدن آزمودنی‌ها کاملاً برخلاف انتظار بود (۳۹)، به طوری که تمرین آبی در بیماران پرفشارخون دارای وزن بالاتر، با کاهش کمتری در فشارخون سیستولی همراه می‌شود. ما بر مبنای تفاوت ذاتی ماهیت کار بدنی و تمرینات آبی در استخر که معمولاً با ضرورت برای تکمیل واحد معینی از انجام کار و تلاش بدنی همراه نیست (فقط در تعدادی از تحقیقات مورد شمول از آزمودنی‌ها خواسته شده بود که هر جلسه باید مسافت معینی را شنا کرده و یا تعداد معینی از تکرارهای حرکات را با شدت مورد نظر اجرا کنند، تصور کردیم که شاید خسته شدن زودتر افراد دارای وزن‌های بدنی بالا و احتمال صرف هزینه انرژی کمتر در مقایسه با افراد دارای وزن‌های بدنی سبب شده است که با افزایش وزن، کاهش کمتری در فشارخون سیستولی در پاسخ به تمرینات آبی مشاهده شود. اما این نکته نیز فقط گمانه‌زنی است و باید توسط تحقیقات آینده بر مقایسه مقدار پاسخ‌دهی فشارخون بیماران پرفشارخون به تمرینات آبی در بین گروه رده‌های مختلف وزنی، بیشتر بررسی شود.

اما در شکل ۶ همچنین مشاهده می‌شود که تعداد تحقیقات انتشار یافته در این زمینه در مورد بیماران پرفشارخون دارای وزن بدنی بالاتر از حدود ۸۵ کیلوگرم، اندک بوده است. در صورتی که تمرینات آبی برای افراد پرفشارخون

1. Atrial natriuretic peptide

با وزن بالا، با تحمیل فشار کمتر بر مفاصل مناسب‌تر نیز هستند که لزوم تمرکز پژوهش بیشتر به این زمینه در آینده را طلب می‌کند. با این حال، بازهم باید اشاره شود که تعداد کل مداخلات انجام‌شده در مورد تأثیر تمرینات آبی بر کنترل فشارخون در بیماران پرفشارخون نیز (۱۳ مورد واجد شرایط شمول در این فراتحلیل) اندک است و ارائه نتایج قطعی‌تر، مستلزم انتشار تحقیقات بیشتر هست.

اما شاید کاربردی‌ترین نتیجه این فراتحلیل آن است که با افزایش دمای آب از ۲۶ تا ۳۲ درجه، کاهش بیشتری در فشارخون سیستولی بیماران پرفشارخون محتمل است، اگرچه که شدت همبستگی به‌دست‌آمده در فرا رگرسیون در حد متوسط بود (شکل ۷) و تحقیقات مورد شمول از تنوعی از دماهای آب استفاده قرار کرده بودند؛ اما باید توجه داشت که محدوده دمای استاندارد سازمان شنای آمریکا در سال ۲۰۱۰ برای آب‌های استخر در بین ۲۵ تا ۲۸ درجه هست. در ضمن دمای آب بالای ۴۰ درجه به‌عنوان گرم محسوب می‌شود که در هیچ از مداخلات استفاده‌نشده بود. با این حال فقط در یک تحقیق اسدی و همکاران (۲۲)، تأثیر دمای بالاتر از ۳۲ درجه (۳۸ درجه) بررسی شده بود که نیاز به فراهم شدن اطلاعات در مورد تأثیر تمرینات ورزشی در آب با دمای بالاتر (به‌ویژه بالاتر از ۳۲ درجه) بر فشارخون بیماران پرفشارخونی را مطرح می‌کند.

البته به نظر می‌رسد که افزایش جزئی دمای بدن در دامنه فیزیولوژیک (و نه در حد استرس‌آفرین) با کاهش تون سمپاتیکی و افزایش تون واگی (۴۰) همراه شود که بدن را به‌سوی کاهش نیروهای پیش بار و پس بار و کاهش بیشتر فشارخون سوق دهد. از سوئی در دماهای بالاتر از استاندارد، شاید احتمال بروز سایر مشکلات ناشی از گرمای آب از جمله گرم‌زدگی، سنکوپ و ... برای بیماران محتمل باشد و بنابراین تحقیق بر روی بیماران در این شرایط شاید منع اخلاقی و پزشکی داشته باشد. بدین ترتیب پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده به سمت شفاف‌سازی تأثیر دمای آب بر مقدار پاسخ حاصل از تمرین در آب بر فشارخون تمرکز بیشتری معطوف شود. به نظر می‌رسد که مطالعه بر روی نمونه‌های حیوانی می‌تواند با تعیین اثر توأم و جداگانه دمای آب و تمرین در مدل‌های مبتلا به پرفشارخونی، نتایج مقدماتی بیشتری در این موضوع جالب حاصل کند. در بخش دیگر یافته‌ها، نتایج فراتحلیل‌های طبقه‌ای از لحاظ بصری، حاکی از وجود تفاوت‌های چشمگیر در مورد مقدار کاهش هردوی فشارخون سیستولی و دیاستولی در بین زیررده‌های طبقات مختلف بود، اما به دلیل پراکندگی نسبتاً نامتقارن مداخلات در زیررده‌های طبقات مختلف، امکان مقایسه نتایج در بین هر یک از طبقه‌ها فراهم نشد.

اما در مورد جنسیت یک تحقیق گزارش کرده است که در سنین میان‌سالی، در افراد دارای اضافه‌وزن و چاق، پاسخ‌های همودینامیک مؤثر بر فشارخون در بین دو جنس زن و مرد کاملاً متفاوت هستند (۴۱). از طرفی معمولاً در میان‌سالی شیوع فشارخون هم‌شدت می‌گیرد که این دوره سنی با مراحل اولیه یائسگی هم‌همپوشانی دارد و می‌تواند با کاهش وازودیلاسیون ناشی از ورزش همراه باشد (۴۲). همچنین در زنان پس یائسه، مقدار هردوی HDL و LDL بالاتر از سنین پایین‌تر است (۴۳) که قطعاً بر سختی عروق تأثیرگذار خواهد بود. بنابراین در زنان واقع در مراحل گذار به یائسگی، احتمالاً مقدار کاهش فشارخون پس از تمرینات آبی به‌اندازه مردان

نباشد؛ اما اگرچه که در کل تعداد تحقیقات مورد شمول انجام گرفته در مورد زنان پرفشارخون در این فراتحلیل اندک (۶ مداخله) بود و احتمال ضعیفی برای تفکیک اثرات در بین دو جنس وجود داشت، اما این موارد تأیید نشدند. همچنین در بین زنان، تأثیر بیشتری برای زنان یائسه نسبت به زنان غیر یائسه مشاهده شد که بر اهمیت پیروی از برنامه تمرینات آبی برای کنترل پرفشارخونی در سنین یائسگی تأکید می‌کند؛ اما به دلیل تعداد کم تحقیقات موجود، در این زمینه نیز نیاز به فراهم شدن شواهدی بیشتری باقی است.

در مورد فراتحلیل طبقه‌ای شدت تمرین نیز لازم به ذکر است که البته همه تمرینات در یک محدوده شدت نبودند و از لحاظ ملاک شدت (شنا تا سرحد خستگی، حداکثر ضربان قلب بیشینه و یا حداکثر ضربان قلب و شاخص بورگ) هم تنوع وجود داشت. به هر حال، تنها دو تحقیق در طبقه تمرینات کم شدت طبقه‌بندی شدند که بیشترین تأثیر بر فشارخون سیستولی و دیاستولی در این طبقه از شدت تمرینی مشاهده شد که نیاز به فراهم شدن شواهد بیشتر در آینده را پیشنهاد می‌کند؛ اما به هر حال، اثر مستخرج از این دو کارآزمایی هم معنی‌دار بود و در این کل این یافته ما پیشنهادکننده آن است که تمرینات آبی در هر طبقه از شدت باعث کاهش چشمگیری در فشارخون سیستولی و دیاستولی بیماران پرفشارخون می‌شوند و همچنین احتمالاً تمرینات کم شدت، فواید بیشتری برای بیماران پرفشارخون خواهد داشت.

در بخش دیگر فراتحلیل‌های طبقه‌ای در مورد تأثیر تعداد جلسات تمرین در هفته مشاهده شد که عموماً با افزایش تعداد روزهای تمرین به بیش از سه جلسه در هفته، کاهش بیشتری در فشارخون بیماران تجربه نمی‌شود، در همین راستا نتایج فرا رگسیون نیز نشان داد همبستگی بین مدت انجام تمرینات آبی برحسب هفته با مقدار کاهش هر دو فشارخون سیستولی و دیاستولی، معنی‌دار نبود که ما نتوانستیم دلیل روشنی برای این یافته بیان کنیم. به هر حال، این نکته مؤید آن است که سه جلسه تمرین آبی در هفته برای کاهش فشارخون بیماران پرفشارخون مناسب است و نیاز به افزایش تعداد جلسات تمرین و تحمیل هزینه و صرف بیشتر وقت و انرژی بیماران وجود ندارد.

همچنین در فرا رگسیون تأثیر سن آزمودنی‌های تحقیقات موردبررسی بر مقدار تغییرات فشارخون بیماران در اثر تمرینات آبی، همبستگی مشاهده نشد. به هر حال ممکن است حداقل در سالمندان اعتقاد بر این باشد که ورزش تأثیر بهتری بر کاهش فشارخون ایجاد کند (۴۴) و بنابراین احتمالاً رغبت زیادی به ورزش نشان دهند که در اینجا به طور کمی نشان داده شد افراد در هر سنی می‌توانند برای کاهش فشارخون از تمرینات آبی بهره ببرند و به خصوص برای به دلیل کاهش فشار وزن بر سیستم عضلانی اسکلتی، تمرین در آب یکی از بهترین گزینه‌ها هست.

اما آنچه مهم است، در اکثر مطالعات موجود، امکان تفکیک اثرات تمرین از آثار ناشی از داروها و یا محدودیت‌های تغذیه‌ای و یا مکمل‌های گیاهی روتین مصرفی بیماران پرفشارخون فراهم نشده است و بنابراین هرگونه اثر کلی مستخرج از تمرینات آبی بر فشارخون سیستولی و دیاستولی در این فراتحلیل، از این لحاظ فقط حاصل اثر خالص تمرین آبی نیست و محدودیت دارد. همچنین در یکی تحقیقات (۲۳) موردبررسی در

این فراتحلیل، بیماران مصرف داروهای ضد فشارخون را قطع کرده بودند. اگرچه که این مسئله غیراخلاقی بوده و بیمار را در معرض خطر قرار می‌دهد، ولی از سوئی این مسئله سبب شده است که اثر تمرینات آبی از اثر داروها قابل تفکیک نباشد که این مسئله یک مشکل روتین در همه تحقیقات بالینی است و فقط با فراهم شدن اطلاعات بیشتر در این زمینه شاید تأثیر خالص تمرین ورزشی قوت بیشتری به خود بگیرد.

برخی تحقیقات مورد شمول اندازه‌های اثر خیلی بزرگی داشتند که سبب وجود هتروژنیته در نتایج شد. به‌علاوه، همه آن‌ها کیفیت روش‌شناسی یکسانی نداشتند و بنابراین احتمال دقت پایین و بروز خطا در اندازه‌گیری‌ها (مثلاً استفاده از فشارسنج‌های اتوماتیک، نیمه اتوماتیک، جیوه‌ای صفر در برابر فشارسنج‌های طبی) همراه با تأثیر سایر متغیرهای مزاحم مانند تغذیه، داروها، فصل سال و ... می‌توانند سبب دست‌کاری اثر تمرین آبی بر فشارخون شوند. با این حال، محدودیت‌های دیگری نیز مانند عدم اشاره به فاصله دقیق اندازه‌گیری فشارخون پس از تمرین در بسیاری از تحقیقات (که امکان تفکیک آثار حاد ناشی از یک جلسه تمرین را از سازگاری‌های حاصل از دوره تمرینات، محدود می‌کند)، عدم اشاره به زمان انجام تمرین در شبانه‌روز، وجود تمهیداتی برای کنترل تغذیه و به‌ویژه از نظر مقدار غذاهای پرچرب و یا نمک در رژیم غذایی، حوزه شغلی (سطح فعالیت بدنی روزانه)، دارا بودن سایر ویژگی‌هایی مانند سطح استرس روزمره و یا شغلی، سیگار، الکل و ... (البته نه در همه تحقیقات مورد بررسی) که همگی بر فشارخون تأثیرگذار هستند (۴۵)، مانع از انجام فراتحلیل‌های زیر گروهی برای طبقه‌بندی اندازه اثر تمرین آبی در بین متغیرهای مذکور شد که شاید با فراهم شدن تعداد تحقیقات بیشتر در آینده با تعداد نمونه بیشتر این مشکلات کمتر شوند.

به‌علاوه، نوع تمرینات انجام‌شده نیز در بین تحقیقات پراکندگی داشت و شامل تمرینات استقامتی، تمرینات مقاومتی، پیاده‌روی، حرکات نرمشی، رکاب‌زنی، شنا یا ترکیب برخی از آن‌ها بود که همه این موارد می‌توانند امکان استخراج اثر کمی دقیق تمرینات آبی بر فشارخون را تحت تأثیر قرار دهند و بایستی که منتظر انتشار تحقیقات بیشتری ماند تا با غربالگری مرتبط با محدودیت‌های فوق، فراتحلیل‌های دقیق‌تری ارائه نمود.

مهم‌ترین نکته قوت این تحقیق در مطالعه اثرات تمرینات ورزشی آبی به‌طور ویژه در مورد بیماران پرفشارخون در شرایط واقعی بود که تعمیم‌پذیری بالایی برای تجویز نسخه ورزشی به شرایط بالینی دارد. همچنین انجام فراتحلیل بر روی تحقیقات از دو زبان فارسی و لاتین و محدود نکردن حد پایین دوره زمانی انتشار مقالات سبب شد تا این فراتحلیل به‌عنوان گسترده‌ترین تحقیق انجام‌شده تا به این روز در مورد تأثیر تمرینات ورزشی آبی با تمرکز ویژه در مورد جمعیت پرفشارخون باشد.

### نتیجه‌گیری

طبق نتایج این فراتحلیل تمرینات ورزشی آبی در بیماران پرفشارخون، بی‌اعتنا به طبقه سنی، وضعیت یائسگی، پایداری به درمان دارویی و برخی جزئیات مربوط به دوز فعالیت بدنی، به ترتیب سبب کاهش ۱۲/۲۹- و ۵/۶۹- میلی‌متر جیوه کاهش در فشارخون بیماران سیستمی و دیاستولی پرفشارخونی شود و با طولانی‌تر شدن مدت تمرینات و یا افزایش تعداد جلسات تمرین آبی در هفته، مقدار فواید بیشتر نمی‌شود. همچنین تفاوت



زیادی در مقدار اثرگذاری هر یک از انواع تمرین‌های ورزشی در آب بر کاهش فشارخون بیماران پرفشارخون وجود ندارد که انتخاب‌های بیماران برای انجام انواع تمرینات آبی را بیشتر می‌کند. ولی در کل، با در نظر گرفتن اینکه حتی کاهش‌های خیلی مختصر فشارخون در حدود ۵- میلی‌متر جیوه‌ای هم قادر هستند تا خطر بیماری‌های قلبی و سکتی را به ترتیب ۸ و ۱۸ درصد کمتر کنند (۴۶)، بر اهمیت بالینی تمرینات بدنی در آب به‌عنوان یک روش غیر دارویی کنترل پرفشارخونی تأکید می‌گردد. بااین‌حال، در نتایج موجود هتروژنیته قابل‌ملاحظه‌ای وجود دارد و هنوز هم باید کارآزمایی‌های بالینی خیلی بزرگ‌تر و طولانی‌مدت تری فراهم شوند تا امکان تعیین دقیق اثر کلی و همچنین تفکیک اثرات تمرینات آبی بر فشارخون سیستولی و دیاستولی در هر یک از زیرگروه‌های مربوط به ویژگی‌های آزمودنی‌ها و یا دوز تمرین فراهم شود.

## منابع

1. Ettehad D, Emdin CA, Kiran A, Anderson SG, Callender T, Emberson J, et al. (2016). Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet*.387(10022):957-67.
2. Rohani H, Azali -Alamdari K. (2019). Effect of Aerobic Training on Blood Pressure in Hypertensive Patients: A Meta-Analysis Study. *Journal of Applied Exercise Physiology*.15(30):77-102.
3. Igarashi Y, Nogami Y. (2018). The effect of regular aquatic exercise on blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. *European Journal of Preventive Cardiology*.25(2):190-9.
4. Whelton SP, Chin A, Xin X, He J. (2002). Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Annals of Internal Medicine*.136(7):493-503.
5. Kelley GA, Kelley KS. (2001). Aerobic exercise and resting blood pressure in older adults: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*.56(5):M298-M303.
6. Cornelissen VA, Smart NA. (2013). Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*.2(1):e004473.
7. Pescatello LS, MacDonald HV, Lamberti L, Johnson BT. (2015). Exercise for hypertension: a prescription update integrating existing recommendations with emerging research. *Current hypertension reports*.17(11):87-97.
8. Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. (2001). Walking and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. *Preventive Medicine*.33(2):120-7.
9. Millar PJ, McGowan CL, Cornelissen VA, Araujo CG, Swaine IL. (2014). Evidence for the role of isometric exercise training in reducing blood pressure: potential mechanisms and future directions. *Sports Medicine*.44(3):345-56.
10. Kelley GA. (1999). Aerobic exercise and resting blood pressure among women: a meta-analysis. *Preventive Medicine*.28(3):264-75.
11. Cornelissen VA, Fagard RH, Coeckelberghs E, Vanhees L. (2011). Impact of resistance training on blood pressure and other cardiovascular risk factors: a meta-analysis of randomized, controlled trials. *Hypertension*.58:950-8.
12. Chu P, Gotink RA, Yeh GY, Goldie SJ, Hunink MM. (2016). The effectiveness of yoga in modifying risk factors for cardiovascular disease and metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *European Journal of Preventive Cardiology*.23(3):291-307.
13. Zheng G, Li S, Huang M, Liu F, Tao J, Chen L. (2015). The effect of Tai Chi training on cardiorespiratory fitness in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. *PloS one*.10(2):e0117360.
14. Zanchetti A, Chalmers J, Arakawa K, Gyrfas I, Hamet P, Hansson L, et al. (1993). 1993 guidelines for the management of mild hypertension: memorandum from a World Health Organization/International Society of Hypertension meeting. *Journal of Hypertension*.11(9):905-18.
15. Chobanian A. (2003). National heart, lung, and blood institute; national high blood pressure education program coordinating committee. seventh report of the joint national committee on prevention, detection, evaluation, and treatment of high blood pressure. *Hypertension*.42:1206-52.
16. Ishizaka N, Ishizaka Y, Toda E-I, Koike K, Yamakado M, Nagai R. (2009). Impacts of changes in obesity parameters for the prediction of blood pressure change in Japanese individuals. *Kidney and Blood Pressure Research*.32(6):421-7.
17. Brook RD, Jackson EA, Giorgini P, McGowan CL. (2015). When and how to recommend 'alternative approaches' in the management of high blood pressure. *The American Journal of Medicine*.128(6):567-70.
18. Chung PK, Mui R, Zhao YN, Liu J. (2014). Training effects of water Tai Chi on health indicators among Chinese older females in Hong Kong. *Int J Phys Educ Sports Health*.1:20-4.
19. Chen H-H, Chen Y-L, Huang C-Y, Lee S-D, Chen S-C, Kuo C-H. (2010). Effects of one-year swimming training on blood pressure and insulin sensitivity in mild hypertensive young patients. *Chin Journal Physiol*.53(3):185-9.
20. Nualnim N, Parkhurst K, Dhindsa M, Tarumi T, Vavrek J, Tanaka H. (2012). Effects of swimming training on blood pressure and vascular function in adults > 50 years of age. *The American Journal of Cardiology*.109(7):1005-10.
21. Guimarães GV, Fernandes-Silva MM, Drager LF, de Barros Cruz LG, Castro RE, Ciolac EG, et al. (2018). Hypotensive Effect of Heated Water-Based Exercise Persists After 12-Week Cessation of Training in Patients With Resistant Hypertension. *Canadian Journal of Cardiology*.34(12):1641-7.

22. Asady R, Hamid A, Taati Moghaddam Ziyabari B. Effect of Aerobic Training and hot mineral water on cardiovascular indices, aerobic power and body composition in Middle-aged Hypertensive Females. The first Congress of Novel Sport Science, *Professional Sport and Health Promotion*, Tonkabon: SID; 2015. p. 1-6.
23. Hamedinia MR, Sardorodian M, Haghighi AH, Vahdat S. (2010). The Effects of Moderate Swimming Training on Blood Pressure Risk Factors in Hypertensive Postmenopausal Women. *Iranian Journal of Health and Physical Activity*.1(1):24-8.
24. Tanaka H, Bassett Jr DR, Howley ET, Thompson DL, Ashraf M, Rawson FL. (1997). Swimming training lowers the resting blood pressure in individuals with hypertension. *Journal of Hypertension*.15(6):651-7.
25. de Barros Cruz LG, Bocchi EA, Grassi G, Guimaraes GV. (2017). Neurohumoral and endothelial responses to heated water-based exercise in resistant hypertensive patients. *Circulation Journal*.81(3):339-45.
26. Arca E, Martinelli B, Martin L, Waisberg C, Franco R. (2014). Aquatic exercise is as effective as dry land training to blood pressure reduction in postmenopausal hypertensive women. *Physiotherapy Research International: the Journal for Researchers and Clinicians in Physical Therapy*.19(2):93-8.
27. Farahani AV, Mansournia M-A, Asheri H, Fotouhi A, Yunesian M, Jamali M, et al. (2010). The effects of a 10-week water aerobic exercise on the resting blood pressure in patients with essential hypertension. *Asian Journal of Sports Medicine*.1(3):159-67.
28. Kim W, Choi S, Kim S, Park H. (2016). The effects of aquarobics on blood pressure, heart rate, and lipid profile in older women with hypertension. *Indian Journal Sci Tech*.9:1-7.
29. Mohr M, Nordsborg NB, Lindenskov A, Steinholt H, Nielsen HP, Mortensen J, et al. (2014). High-intensity intermittent swimming improves cardiovascular health status for women with mild hypertension. *BioMed Research International*.2014.
30. Da Silva LA, Menguer L, Motta J, Dieke B, Mariano S, Tasca G, et al. (2018). Effect of aquatic exercise on mental health, functional autonomy, and oxidative dysfunction in hypertensive adults. *Clinical and Experimental Hypertension*.40(6):547-53.
31. Burns SB, Burns JL. (1997). Hydrotherapy. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*.3(2):105-7.
32. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett Jr DR, Tudor-Locke C, et al. (2011). 2011 Compendium of Physical Activities: a second update of codes and MET values. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.43(8):1575-81.
33. Floras JS, Notarius CF, Harvey PJ. (2006). Exercise training—not a class effect: blood pressure more buoyant after swimming than walking. *Journal of Hypertension*.24(2):269-72.
34. Igarashi Y, Nogami Y. (2018). The effect of regular aquatic exercise on blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials. *European Journal of Preventive Cardiology*.25(2):190.
35. Torres-Ronda L, i del Alcázar XS. (2014). The Properties of Water and their Applications for Training. *Journal of Human Kinetics*.44:237.
36. Sandercock G, Bromley P, Brodie D. (2005). Effects of exercise on heart rate variability: inferences from meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*.37(3):433-9.
37. Wiesner S, Birkenfeld AL, Engeli S, Haufe S, Brechtel L, Wein J, et al. (2010). Neurohumoral and metabolic response to exercise in water. *Hormone and Metabolic Research*.42(05):334-9.
38. Franklin SS. (2007). The importance of diastolic blood pressure in predicting cardiovascular risk. *Journal of the American Society of Hypertension*.1(1):82-93.
39. Bacon SL, Sherwood A, Hinderliter A, Blumenthal JA. (2004). Effects of exercise, diet and weight loss on high blood pressure. *Sports Medicine*.34(5):307-16.
40. da Fonseca SF, Mendonça VA, Silva SB, Domingues TE, Melo DS, Martins JB, et al. (2018). Central cholinergic activation induces greater thermoregulatory and cardiovascular responses in spontaneously hypertensive than in normotensive rats. *Journal of Thermal Biology*.77:86-95.
41. Syme C, Shin J, Richer L, Gaudet D, Paus T, Pausova Z. (2019). Sex Differences in Blood Pressure Hemodynamics in Middle-Aged Adults With Overweight and Obesity. *Hypertension*.74(2):407-12.
42. Nyberg M, Egelund J, Mandrup CM, Nielsen MB, Mogensen AS, Stallknecht B, et al. (2016). Early postmenopausal phase is associated with reduced prostacyclin-induced vasodilation that is reversed by exercise training: The Copenhagen Women Study. *Hypertension*.68(4):1011-20.
43. Mandrup CM, Egelund J, Nyberg M, Lundberg Slingsby MH, Andersen CB, Løgstrup S, et al. (2017). Effects of high-intensity training on cardiovascular risk factors in premenopausal and postmenopausal women. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*.216(4):384.e1-.e11.
44. Gomes SG, Silva LG, Santos TM, Totou NL, Souza PM, Pinto K, et al. (2016). Elderly hypertensive subjects have a better profile of cardiovascular and renal responses during water-based exercise. *Journal of Exercise Physiology Online*.19(4).
45. Wen H, Wang L. (2017). Reducing effect of aerobic exercise on blood pressure of essential hypertensive patients: A meta-analysis. *Medicine*.96(11):e6150.
46. Chobanian A, Bakris G, Black H, Cushman W, Green L, Izzo Jr J, et al. (2003). The Seventh Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: the JNC 7 report. *JAMA*.289(19):2560.

نحوه درج مقاله: زهرا محمدپور، کریم آزال‌ی علمداری، اعظم زرنشان (۱۳۹۹). تأثیر ورزش‌های آبی منظم بر فشارخون افراد پرفشار خون: مطالعه فراتحلیلی. پژوهش در طب ورزشی و فناوری. ۱۸(۲۰): صفحه ۷۶-۵۹. دی او آی ۱۰.۲۹۲۵۲/jsmt.۱۸.۲۰.۵۹

**How to cite this article:** Zahra Mohammadpour., karim Azali Alamdari., Azam Zarneshan (2020). Effect of regular aquatic exercises on blood pressure in Hypertensive subjects: a meta-analysis. 18(20):59-76. (In Persian). DOI: 10.29252/jsmt.18.20.59.