Sport. Physiol, 2025, 17(67): 79-102. DOI: 10.22089/spj.2025.18220.2381

Sport Physiology

Journal hompage: https://spj.ssrc.ac.ir

Review Article

Differential Effects of Whey Protein Supplementation on Strength Across Various Muscle Groups in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis

Mahdi Zarreh [1], Fatemeh Kazeminasab*[1], Ali Bahrami Kerchi [2], Fatemeh Sharafifard[1], Omid Zafarmand[3]

1. Dpartment of Physical Education and Sports Science, Faculty of Humanities, University of Kashan, Kashan, Iran
2. Dpartment of Sports Physiology, Faculty of Sports Science, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran
3. Dpartment of Physical Education and Sports Science, Faculty of Human Sciences, Yasouj University, Yasouj, Iran

Received: 14-Jul-2025 | Accepted: 9-Oct-2025 | Online Published: 7-Dec-2025

*Corresponding Author: Fatemeh Kazeminasab, E-mail: fkazeminasab@kashanu.ac.ir

How to Cite: Zarreh, M; Kazeminasab, F; Bahramin Kerchi, A; Sharafifard, F; Zafarmand, O. (2025). Differential Effects of Whey Protein Supplementation on Strength Across Various Muscle Groups in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sport Physiology*, 17(67):79-102. (In Persian). Doi: 10.22089/spj.2025.18220.2381

Extended Abstract

Background and Purpuse

Skeletal muscle function is essential for performing daily tasks, maintaining independence, and preserving quality of life. Age-related neuromuscular decline, inactivity, and metabolic disorders contribute significantly to muscle atrophy and strength loss, increasing dependence and healthcare costs. Resistance training remains a fundamental strategy to counteract these effects, while nutritional supplementation, especially protein, has emerged as a synergistic aid. Among protein sources, whey protein—a rapidly absorbed dairy derivative rich in leucine—exerts potent stimulation of muscle protein synthesis through activation of the mTORC1 pathway. Its bioactive constituents, including lactoferrin and immunoglobulins, further support its widespread clinical and athletic use aimed at enhancing recovery and adaptive responses. Despite broad adoption, evidence on whey protein's efficacy in improving muscular strength across diverse adult populations is inconsistent. Some trials report marked gains, others minimal, confounding interpretation. This variance is linked to heterogeneity in training protocols (intensity, duration, exercise selection), participant factors (age, baseline strength, nutrition), and methodologies (dosing, strength assessments).Addressing these discrepancies, our systematic review and meta-analysis comprehensively evaluated whey protein's effects on adult muscle strength. It aimed to

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

delineate strength response variances across movement patterns (e.g., compound lower-body exercises like squats versus isolated upper-body movements) while considering moderators including training intensity, supplementation protocol, and participant age. Synthesizing controlled trial data clarifies whey protein's mechanistic action and practical efficacy. Findings indicate maximal benefits for lower-body compound movements combined with adequate resistance training, notably in older or protein-deficient individuals. These outcomes endorse whey supplementation as a strategic intervention against sarcopenia and functional decline, contingent on individualized application and movement specificity.

Methods

Adhering strictly to Cochrane and PRISMA guidelines, we executed exhaustive literature searches up to November 29, 2024, across PubMed, Scopus, and Web of Science, using curated search terms encompassing whey protein and various performance metrics. Supplementing electronic searches, manual Google Scholar and reference mining ensured comprehensive inclusion. Eligible studies were RCTs or non-randomized trials involving adults, reporting pre- and post-intervention muscle strength for targeted movements: biceps curl, chest press, knee and leg extension, squat, and isokinetic knee extension, with experimental arms receiving whey protein against controls. Exclusions involved animal studies, non-primary reports, crossover designs, and studies lacking relevant strength data.Extracted data detailed study design, demographics, training modalities, supplementation regimes (type, dose, timing), and strength outcomes (mean ± SD). Where necessary, numeric data were retrieved from graphical content using GetData software or through author correspondence. Methodological quality was assessed via a modified 9-item PEDro scale, excluding participant/instructor blinding criteria specific to exercise interventions. Scores ranged 0-9, with higher indicating superior quality.Random-effects statistical models generated weighted mean differences (WMDs) and 95% confidence intervals (CI). Heterogeneity was quantified by I^2 statistics, categorized as mild (<25%), low (25–50%), moderate (50–75%), or high (>75%). Publication bias assessment employed funnel plots and Egger's regression, with $p<0.10$ indicating bias. Analyses utilized Comprehensive Meta-Analysis (CMA) software version 2.

Results

Whey protein supplementation significantly enhanced muscle strength in chest press (WMD = 3.914 kg; 95% CI: 0.784 to 7.045; P = 0.014), leg press (WMD = 9.118 kg; 95% CI: 2.187 to 16.048; P = 0.010), and squat (WMD = 7.657 kg; 95% CI: 5.324 to 9.990; P = 0.001) compared to controls. Conversely, no significant strength changes emerged for biceps curl (WMD = -0.992 kg; 95% CI: -2.538 to 4.521; P = 0.582), knee extension (WMD = 1.926 kg; 95% CI: -0.156 to 4.008; P = 0.070), or isokinetic knee extension (WMD = 3.786 kg; 95% CI: -1.748 to 9.319; P = 0.180).

Conclusion

Synthesizing findings from 20 studies, this meta-analysis confirms whey protein's capacity to enhance muscular strength predominantly in multi-joint lower-body exercises, encompassing leg press, squat, with a trend toward knee extension improvement. A modest yet significant chest press strength increment was observed, while isolated upper-body strength measured by biceps

curl showed no enhancement. Isokinetic strength gains were likewise non-significant. These outcomes suggest whey supplementation, particularly paired with resistance training, preferentially augments strength in complex lower-body movements. Its influence on upper-body musculature appears inconsistent and movement-specific. Hence, whey protein's application should target lower-body strength optimization, notably for older individuals or those with inadequate protein intake. Further investigations are needed to elucidate molecular mechanisms underpinning these differential responses and refine protocols enhancing upper-body adaptation. Longitudinal, rigorously designed trials are imperative to establish comprehensive guidelines maximizing whey protein's ergogenic potential.

Keywords: Whey Protein, Muscle Strength, Adults, Nutritional Supplement

Article Message

This comprehensive analysis indicates whey protein effectively augments muscular strength in adults during lower-body multi-joint exercises like squats and leg presses, while evidence remains inconclusive regarding upper-body and isokinetic muscle performance. Variable responsiveness across muscle groups underscores the necessity for tailored supplementation strategies combined with targeted resistance training. Whey protein supplementation thus emerges as a valuable nutritional adjunct for enhancing muscular performance, with consideration for dosage, intervention duration, and individual training modalities.

Ethical Considerations

This systematic review is registered with the international Prospero database under code CRD420251157160.

Authors' Contributions

All authors participated in all study phases including design, implementation, analysis, and manuscript preparation.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

Acknowledgments

Gratitude is extended to primary study authors who provided raw data contributing to this synthesis.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

فیزیولوژی ورزشی، پاییز ۱۴۰۴، دوره ۱۷، شماره ۶۷، صص ۷۹-۱۰۲. DOI: 10.22089/spj.2025.18220.2381

فیزیولوژی ورزشی
وبگاه نشریه: https://spj.ssrc.ac.ir

مقاله مروری

اثرات متفاوت مکمل پروتئین وی بر قدرت گروه‌های عضلانی مختلف در افراد بزرگسال: یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل

مهدی ذرّه‌ء [۱]، فاطمه کاظمی نسب*[۲]، علی بهرامی کرچی [۳]، فاطمه شرفی فرد [۴]، امید ظفرمند [۵]

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی ورزشی گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
۲. استادیار فیزیولوژی ورزشی گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
۳. دانشجوی کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی ورزشی گروه فیزیولوژی ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان، ایران
۴. کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی ورزشی گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه کاشان، کاشان، ایران
۵. کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی ورزشی گروه تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۳ | تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۱۷ | تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۰۹/۱۶

*نویسنده مسئول: فاطمه کاظمی نسب، ایمیل: fkazeminasab@kashanu.ac.ir

نحوه ارجاع‌دهی: ذرّه‌ء مهدی، کاظمی نسب فاطمه، بهرامی کرچی علی، شرفی فرد فاطمه، ظفرمند امید. (۱۴۰۴). اثرات متفاوت مکمل پروتئین وی بر قدرت گروه‌های عضلانی مختلف در افراد بزرگسال: یک مرور نظام‌مند و فراتحلیل. فیزیولوژی ورزشی، ۱۷ (۶۷): ۷۹-۱۰۲.

چکیده

هدف: مکمل پروتئین وی برای افزایش قدرت عضلانی به کار می‌رود؛ بنابراین هدف مطالعه فراتحلیل حاضر، بررسی اثرات متفاوت مکمل پروتئین وی بر قدرت گروه‌های عضلانی مختلف در افراد بزرگسال بود.

مواد و روش‌ها: جستجوی سیستماتیک مقالات انگلیسی و فارسی منتشر شده از پایگاه‌های اطلاعاتی PubMed، Web of Science، Scopus، SID و Magiran تا ۲۹ نوامبر سال ۲۰۲۴ انجام شد. تفاوت میانگین وزنی (WMD) و فاصله اطمینان ۹۵ درصد با استفاده از مدل اثر تصادفی محاسبه شد. ناهمگونی با استفاده از آزمون I^2 و سوگیری انتشار با تحلیل بصری فونل پلات و آزمون Egger بررسی شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد، مکمل پروتئین وی سبب افزایش معنادار قدرت عضلانی در حرکت پرس سینه [P= ۰/۰۱۴، (۰/۷۸۴ الی ۷/۰۴۵) WMD=۳/۹۱۴kg] ، پرس پا [P=۰/۰۱۰، (۲/۱۸۷ الی ۱۶/۰۴۸) WMD=۹/۱۱۸ kg] و حرکت اسکوات [P= ۰/۰۰۱، (۵/۳۲۴ الی ۹/۹۹۰) WMD=۷/۶۵۷ kg] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان شد، اما این مکمل سبب تغییر معنادار قدرت عضلانی دوسر بازویی [P=۰/۵۸۲، (۴/۵۲۱- الی ۲/۵۳۸) WMD=-۰/۹۹۲ kg] ، بازکردن زانو [P=۰/۰۷۰، (۰/۱۵۶- الی ۴/۰۰۸) WMD=۱/۹۲۶] و حرکت ایزوکنتیک بازکردن زانو [P=۰/۱۸۰، (۱/۷۴۸- الی ۹/۳۱۹) WMD=۳/۷۸۶ kg] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان نشد.

نتیجه‌گیری: براساس نتایج فراتحلیل حاضر، مکمل پروتئین وی تأثیر مثبت بر قدرت عضلانی در حرکات پرس سینه، پرس پا و اسکوات در افراد بزرگسال دارد؛ ازاین‌رو برای افزایش قدرت عضلانی، این مکمل به ورزشکاران توصیه می‌شود.

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

واژگان کلیدی: پروتئین وی، قدرت عضلانی، بزرگسالان، مکمل تغذیه‌ای.

مقدمه

عملکرد مناسب عضلات اسکلتی برای انجام فعالیت‌های روزمره مانند برخاستن از صندلی، بالا رفتن از پله‌ها، راه رفتن، غذا خوردن و حفظ بهداشت شخصی، به‌منظور تعامل فرد با محیط و انجام وظایف زندگی ضروری است؛ با این حال، هنگامی که این توانایی‌ها به دلیل ضعف عضلانی کاهش می‌یابد، ضرورت ارائه مراقبت‌های ویژه برای بخش چشمگیری از افراد جامعه به‌وضوح نمایان می‌شود (۲، ۱). یکی از دلایل شایع ضعف عضلانی، اختلالات عصبی-عضلانی مرتبط با سن است که ممکن است به کاهش قدرت عضلانی، از دست رفتن استقلال حرکتی و افزایش هزینه‌های مراقبتی منجر شود (۳).

عواملی مانند کاهش فعالیت بدنی، از دست رفتن نورون‌های حرکتی، تغییرات در محل تقاطع عصبی-عضلانی، التهاب مزمن، کاهش سطح هورمون رشد و هورمون‌های جنسی و نیز اختلال در متابولیسم پروتئین، نقش کلیدی در ایجاد آتروفی عضلانی دارند. همچنین کاهش میزان و سرعت تحریک عصبی، اختلال در مکانیسم تحریک‌ـانقباض، کاهش تولید میوزین، حساسیت کمتر به کلسیم و کاهش بازجذب آن توسط شبکه سارکوپلاسمی در افت عملکرد عضله مؤثرند (۴). تمرین مقاومتی و فعالیت بدنی هدفمند می‌توانند منجر به افزایش توده بدون چربی بدن، حداکثر قدرت، توان، هیپرتروفی عضله و بهبود عملکرد فیزیکی شوند (۵). در این میان، استفاده از مکمل‌های پروتئینی، به طور درخورتوجهی باعث تقویت عملکرد، هایپرتروفی (رشد عضلانی) و جنبه‌های زیبایی‌شناختی اندام (از طریق افزایش توده عضلانی) می‌شود (۶). در دو دهه اخیر، مکمل‌های حاوی اسیدهای آمینه به دلیل نقش در تحریک ترشح هورمون‌ها، بهبود عملکرد مغزی، افزایش تمرکز ذهنی، کاهش خستگی و تخریب عضلانی بررسی شده‌اند (۷). یکی از مهم‌ترین این مکمل‌ها، پروتئین وی[1] است. وی پروتئینی مشتق‌شده از شیر است که اجزایی مانند لاکتوفرین، بتا-لاکتوگلوبولین، آلفا-لاکتآلبومین، گلیکوماکروپپتید و ایمونوگلوبولین دارد که در تقویت عملکرد ایمنی نقش دارند. همچنین این ترکیب دارای خواص آنتی‌اکسیدانی، ضدالتهابی، ضدویروسی، کاهنده چربی خون و ضدسرطانی است (۹، ۸).

پروتئین وی منبعی غنی از کلسیم و سایر مواد معدنی است و در اشکال گوناگون مانند وی ایزوله با حدود ۹۰ تا ۹۵ درصد پروتئین عرضه می‌شود (۱۰). مصرف پروتئین، به‌ویژه پروتئین وی به دلیل سرعت بیشتر هضم و مقدار زیاد لوسین، محرکی قوی برای سنتز پروتئین عضله محسوب می‌شود (۱۱، ۸). لوسین می‌تواند به طور مستقیم مسیر سیگنالینگ mTORC1[2] را فعال کند؛ مسیری که نقش کلیدی در فعال‌سازی سنتز پروتئین عضله (MPS[3]) دارد (۱۲).

با وجود مطالعات متعددی که به بررسی اثر مکمل پروتئین وی بر عملکرد عضلانی پرداخته‌اند، نتایج گزارش‌شده درخصوص تأثیر آن بر قدرت عضلانی متناقض است (۱۷-۱۳). با توجه به تناقض نتایج مطالعات پیشین و نبود مطالعه

1 . Whey Protein
2 . Mechanistic Target of Rapamycin Complex 1
3 . Muscle Protein Synthesis

مرور نظام‌مند و جامع، پژوهش حاضر، نخستین فراتحلیل با هدف بررسی تأثیر متفاوت مکمل پروتئین وی بر قدرت گروه‌های عضلانی مختلف در افراد بزرگسال است.

روش پژوهش

روش جستجوی مقالات

مطالعه حاضر براساس راهنمای کاکرین[1] و دستورالعمل PRISMA [2] انجام شد (۱۹، ۱۸). برای استخراج مقالات اصیل چاپ‌شده، جستجوی جامعی در پایگاه‌های اطلاعاتی الکترونیکی PubMed، Scopus و Web of Science با استفاده از کلیدواژه‌های زیر انجام گرفت:

"Whey protein" OR "protein supplement" OR "whey supplement" OR "performance" OR "exercise performance" OR "physical performance" OR "physical function" OR "athletic performance" OR "sports performance" OR "strength" OR "muscle strength" OR "muscular strength" OR "force" OR "muscular force" OR "muscular endurance" and "power".

استراتژی جستجو در جدول (۱) ذکر شده است. همچنین جستجوی مقالات فارسی تا ۹ آذرماه ۱۴۰۳ و مقالات انگلیسی تا تاریخ ۲۹ نوامبر ۲۰۲۴ انجام شد. جستجو در پایگاه‌های اطلاعاتی محدود به مطالعات انسانی، مقالات پژوهشی (اصیل) و زبان‌های انگلیسی و فارسی بود. کلیدواژه‌های به‌کاررفته برای مقالات فارسی به شرح ذیل بود:

«پروتئین آب پنیر»، «مکمل پروتئین»، «مکمل آب پنیر»، «عملکرد ورزشی»، «قدرت»، «قدرت عضلانی»، «نیروی عضلانی».

جدول ۱- استراتژی جستجو

Table 1- Search strategy

پایگاه اطلاعاتی	دستور جستجو	محدودیت‌ها	نتایج
PubMed	"whey protein" OR "protein supplement" OR "whey supplement" OR "performance" OR "exercise performance" OR "physical performance" OR "physical function" OR "athletic performance" OR "sports performance" OR "strength" OR "muscle strength" OR "muscular strength" OR "force" OR "muscular force" OR "muscular endurance" and "power".	Humans, English	464
Scopus	"whey protein" OR "protein supplement" OR "whey supplement" OR "performance" OR "exercise performance" OR "physical performance" OR "physical function" OR "athletic performance" OR "sports performance" OR "strength" OR "muscle strength" OR "muscular strength" OR "force" OR "muscular force" OR "muscular endurance" and "power".	Article, English	4207
Web of science	"whey protein" OR "protein supplement" OR "whey supplement" OR "performance" OR "exercise performance" OR "physical performance" OR "physical function" OR "athletic performance" OR "sports performance" OR "strength" OR "muscle strength" OR "muscular strength" OR "force" OR "muscular force" OR "muscular endurance" and "power".	Article, English	3955

1 . Cochrane

2 . The Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis

علاوه بر این، جستجوی دستی با استفاده از موتور جستجوی گوگل اسکالر[1]، مگیران[2] و جهاد دانشگاهی[3] انجام شد. همچنین فهرست منابع مقالات استخراج‌شده نیز جستجوی دستی شد. استراتژی جستجو در جدول (۱) ارائه شده است. تمامی مراحل جستجو توسط تمام نویسندگان انجام شد و هر نوع اختلاف‌نظر از طریق مشورت با دیگر نویسندگان حل شد.

معیارهای ورود به پژوهش و خروج از آن

معیارهای ورود به مطالعه فراتحلیل حاضر عبارت بودند از: ۱) مطالعات کارآزمایی بالینی تصادفی‌شده (RCT) و غیرتصادفی‌شده (NRs) منتشرشده به زبان‌های فارسی یا انگلیسی؛ ۲) مطالعات انجام‌شده روی بزرگسالان؛ ۳) مطالعاتی که داده کافی درخصوص متغیرهای قدرت عضلانی (قدرت عضلانی دوسر بازویی، قدرت عضلانی سینه‌ای، قدرت باز کردن زانو، قدرت عضلات پا، حرکت اسکوات و حرکت ایزوکنتیک باز کردن زانو) را در پیش‌آزمون و پس‌آزمون در گروه مکمل پروتئین وی و گروه کنترل گزارش کردند؛ ۴) مطالعات بررسی‌کننده اثر مکمل پروتئین وی در برابر گروه کنترل. معیارهای خروج از مطالعه فراتحلیل حاضر عبارت بودند از: ۱) مطالعات انجام‌گرفته روی حیوانات؛ ۲) مطالعات ارائه‌شده در همایش؛ ۳) پایان‌نامه‌ها؛ ۴) مطالعات انجام‌شده به صورت مروری، نظام‌مند و فراتحلیل؛ ۵) مطالعات متقاطع (Crossover)؛ ۶) مطالعاتی که متغیرهای قدرت عضلانی ازجمله قدرت عضلانی در حرکات دوسر بازویی، قدرت عضلانی سینه‌ای، قدرت باز کردن زانو، قدرت عضلات پا، حرکت اسکوات و ایزوکنتیک بازکردن زانو را گزارش نکردند.

استخراج داده‌ها

داده‌ها و اطلاعات موردنیاز از هریک از مقالات استخراج شد. این داده‌ها و اطلاعات عبارت بودند از: ۱) ویژگی‌های پژوهش شامل نام نویسندگان، نوع مطالعه و کشور، تصادفی بودن گروه‌بندی‌ها و حجم نمونه؛ ۲) ویژگی پروتکل تمرین ورزشی شامل نوع تمرین، شدت تمرین، زمان تمرین، طول مداخله تمرین و تعداد جلسات تمرین؛ ۳) ویژگی مصرف مکمل شامل نوع مکمل و دوز مصرف و زمان مصرف مکمل. همچنین برای محاسبه اندازه اثر، داده‌های مربوط به قدرت عضلانی شامل میانگین و انحراف استاندارد برای هر دو گروه مکمل و کنترل در دو مرحله پس‌آزمون و پیش‌آزمون، استخراج شد. در صورت نبود داده‌های پس‌آزمون و پیش‌آزمون، از میانگین تغییرات (پس‌آزمون و پیش‌آزمون) و انحراف استاندارد استفاده شد (۲۰). اطلاعات آزمودنی‌ها و مداخله‌ها در جدول (۲) ذکر شده است.

افزون بر این، در صورت نیاز، برای استخراج داده‌ها از نمودار مقالات از نرم‌افزار Get Data استفاده شد (۲۲، ۲۱). در صورتی که میانگین و انحراف استاندارد گزارش نشده بود، سایر روش‌های آماری برای تخمین و محاسبه آن‌ها به کار رفت؛ با این حال، در صورت دسترسی نداشتن به داده‌ها و نبود امکان استخراج آن‌ها از نمودار، با نویسنده مسئول برای دریافت داده‌ها مکاتبه شد. استخراج داده‌ها توسط همه نویسندگان به صورت مستقل انجام شد و هر نوع اختلاف‌نظر با مشورت با همدیگر حل می‌شد.

1. Google Scholar
2. Magiran
3. SID

جدول ۲. ویژگی آزمودنی‌ها | Table 2- Characteristics of the subjects

پژوهشگر - سال	نوع مطالعه- کشور	ویژگی‌های آزمودنی‌ها	سن (سال)	BMI (Kg/m^2)	گروه‌ها	متغیرهای قدرت عضلانی	نوع مکمل و دوز مصرف	زمان مصرف مکمل	نوع تمرین شدت و مدت زمان تمرین	تعداد جلسات در هفته
بمبن و همکاران ۲۰۱۰ (۱۳)	RCT - آمریکا	۲۱ مرد میان‌سال و مسن	گروه ۱: ۲=۵۸.۲ گروه ۲: ۱.۴=۵۶.۱	گروه ۱: گزارش نشده است گروه ۲: گزارش نشده است	گروه ۱: تمرینات مقاومتی + پروتئین وی (۱۱نفر) گروه ۲: تمرینات مقاومتی + دارونما (۱۰نفر)	پرس با باز کردن زانو پرس سینه جلو بازو	گروه ۱: ۳۵ گرم پروتئین وی +۴۸۰ گرم نوشیدنی گاتورید گروه ۲: تمرینات مقاومتی + دارونما ۴۸۰ گرم نوشیدنی گاتورید	بعد از هرجلسه تمرینی	۱۴ هفته ۸۰٪ یک تکرار بیشینه	۳ جلسه
کندو و همکاران ۲۰۰۶ (۳۱)	RCT - کانادا	۱۸ زن و مرد تمرین نکرده	گروه ۱: ۱۸ تا ۳۵ سال گروه ۲: ۱۸ تا ۳۵ سال	گروه ۱: گزارش نشده است گروه ۲: گزارش نشده است	گروه ۱: پروتئین وی + تمرینات مقاومتی (۹نفر) گروه ۲: دارونما + تمرینات مقاومتی (۹نفر)	پرس سینه اسکوات	گروه ۱: ۱.۲ گرم/کیلوگرم پروتئین وی+ ۰.۳ گرم/کیلوگرم پودرساکروز گروه ۲: ۱.۲ گرم/کیلوگرم مالتودکسترین + ۰.۳ گرم/کیلوگرم پودر ساکروز	۳ دوز قبل و بعد از تمرین	۶ هفته تمرین مقاومتی ۶۰٪ یک تکرار بیشینه	۳جلسه
چله و همکاران ۲۰۱۳ (۳۰)	RCT - ژاپن	۸۰مسن با تحرک محدود	گروه ۱: ۴±۷۸ گروه ۲: 77.3±3.9	گروه ۱: =3.2۷ گروه ۲: 26.9±3.1	گروه ۱: پروتئین وی + تمرینات مقاومتی(۴۲نفر) گروه ۲: کنترل + تمرینات مقاومتی (۳۸نفر)	پرس با	گروه۱ : ۴۰ گرم پروتئین وی کنسانتره گروه۲ : ۴۰ گرم ایزوکالریک کنترل	صبح بعد از صبحانه و عصرها بعد از وعده عصرانه روزهای تمرین بعد از تمرین	۶ ماه تمرین مقاومتی با ۸۰٪ تکرار بیشینه	۳ جلسه
دودجاون و همکاران ۲۰۱۷ (۳۲)	RCT - آمریکا	۱۶ مرد تمرین کرده	گروه ۱: ۲۱ تا ۲۸ سال گروه ۲: ۲۱ تا ۲۸ سال	گروه ۱: گزارش نشده است گروه ۲: گزارش نشده است	گروه ۱: پروتئین وی + تمرینات مقاومتی (۸نفر) گروه ۲: گروه کنترل (۸نفر)	اسکوات پرس سینه	گروه۱ : ۵۶گرم پروتئین وی به ازای هر جلسه تمرین گروه۲ : ۵۶گرم کربوهیدرات به ازای هر جلسه تمرین	روز تمرین	۸ هفته تمرینات مقاومتی	۴ جلسه
هردا و همکاران ۲۰۱۳ (۲۸)	RCT - آمریکا	۸۴ مرد سالم و فعال	گروه ۱: ۲.۵±۲۱.۱ گروه ۲: ۲.۷+۲۱.۲ گروه ۳: ۱.۷±۲۰.۹ گروه ۴: ۲.۴+۲۱.۱	گروه ۱: گزارش نشده است گروه ۲: گزارش نشده است گروه ۳: گزارش نشده است گروه ۴: گزارش نشده است	گروه ۱: پروتئین وی تقویت شده+ تمرینات مقاومتی با حجم متوسط (۲۲نفر) گروه ۲: پروتئین وی استاندارد + تمرینات مقاومتی با حجم متوسط (۲۰نفر) گروه ۳: دارونما + تمرینات مقاومتی با حجم متوسط (۲۱نفر) گروه ۴: کنترل + تمرینات مقاومتی با حجم متوسط (۲۱نفر)	پرس با پرس سینه	گروه ۱و۲: معادل ۲۰ گرم پروتئین وی در هر شیک با این تفاوت که گروه ۱ معادل ۵ گرم پلی اتیلن گلیکوزیله در هر شیک اضافه‌تر داشتند	۱ شیک قبل و بعد از تمرین و ۱ شیک روزهای بدون تمرین	۸ هفته تمرینات پرس سینه و پرس پا با ۸۰٪ یک تکرار بیشینه	۳ جلسه

ادامه جدول ۲- ویژگی آزمودنی‌ها | *Continue* Table 2- Characteristics of the subjects

پژوهشگر - سال	نوع مطالعه- کشور	ویژگی‌های آزمودنی‌ها	سن (سال)	BMI (Kg/m^2)	گروه‌ها	متغیرهای قدرت عضلانی	نوع مکمل و دوز مصرف	زمان مصرف مکمل	نوع تمرین شدت و مدت زمان تمرین	تعداد جلسات در هفته
هولورد[1] و همکاران ۲۰۱۸ (۱۷)	RCT - هلند	۴۰ مردان تمرین نکرده	گروه ۱: ۶۹±۴.۵ گروه ۲: ۷۱±۴.۴	گروه ۱: =۲۵.۵±2.7 گروه ۲: =۲۵.۱±2.2	گروه ۱: پروتئین وی + تمرینات مقاومتی (۲۱نفر) گروه ۲: دارونما + تمرینات مقاومتی (۱۹نفر)	پرس پا باز کردن زانو	گروه ۱: ۲۱ گرم پروتئین غنی از لوسین گروه ۲: پلاسبو با همان میزان انرژی	۲ بار در روز	۱۲ هفته تمرین مقاومتی با شدت ۷۰ تا۸۰٪ یک تکرار بیشینه	۳ جلسه
هولمی و همکاران ۲۰۱۵ (۳۳)	RCT - فنلاند	46 مرد سالم	گروه ۱: ۳۶.۴±۴.۲ گروه ۲: ۳۶.۲±۱.۲	گروه ۱: گزارش نشده است گروه ۲: گزارش نشده است	گروه ۱: ایزوکالریک کربوهیدرات + تمرینات مقاومتی (۲۵نفر) گروه ۲: پروتئین وی ، کربوهیدرات ، تمرینات مقاومتی (۲۸نفر)	پرس پا	گروه ۱: 34.5 گرم مالتودکسترین گروه ۲: 37.5 گرم پروتئین وی کانستره - 34.5 گرم مالتودکسترین	بلافاصله بعد از هر جلسه تمرینی	۱۲ هفته تمرینات مقاومتی شامل ۲۸ جلسه تمرینی	۲ و۳ جلسه در هفته
هوآنگ و همکاران ۲۰۱۷ (۳۴)	RCT - آمریکا	۴۰ زن و مرد سالم و تمرین‌کرده	گروه ۱: ۲۰.۹±۱.۳۸ گروه ۲: ۲۱=۱.۲	گروه ۱: گزارش نشده است گروه ۲: گزارش نشده است	گروه ۱: پروتئین وی + تمرینات مقاومتی (۱۱نفر) گروه ۲: کربوهیدرات + تمرینات مقاومتی (۹نفر)	پرس پا	گروه۱: ۲۵ گرم پروتئین وی گروه۲: ۲۵ گرم مالتودکسترین	بصورت روزانه	۸ هفته تمرینات مقاومتی و ۲ هفته بی تمرینی با 75٪ یک تکرار بیشینه	۴ جلسه
جونیور و همکاران ۲۰۱۸ (۴۱)	RCT - برزیل	۳۱ زن و مرد تمرین نکرده	گروه ۱: ۶۷.۴±۴.۱ گروه ۲: ۶۷.۸±۴.۱	گروه ۱: ۲۵.۶±۲.۴ گروه ۲: ۲۵.۴=۲.۶	گروه ۱: پروتئین وی+ تمرینات مقاومتی هیدرولیز (۱۵نفر) گروه ۲: دارونما + تمرینات مقاومتی (۱۶نفر)	پرس سینه بازکردن زانو جلو بازو	گروه ۱: ۳۵ گرم پروتئین وی هیدرولیز گروه ۲: ۳۵ گرم مالتودکسترین گلوکز	۱ بار بعد از هر جلسه تمرین	۱۲ هفته با شدت 85٪ یک تکرار بیشینه	۳ جلسه
کیم و همکاران 2023 (۲۹)	RCT - کره	۳۲ مرد تمرین نکرده	گروه ۱: ۲۳.۵±۲.۷ گروه ۲: ۳.۳±۲۴.۵	گروه ۱: ۲۴±۱.۲ گروه ۲: ۲۴.۳±1.8	گروه ۱: پروتئین وی ایزوله + تمرینات مقاومتی (۱۷نفر) گروه ۲: دارونما - تمرینات مقاومتی (15نفر)	باز کردن زانو ایزوکینتیک	گروه ۱: ۲۰ گرم پروتئین وی ایزوله گروه ۲: ۲۵ گرم کربوهیدرات	۳ بار استفاده در صبح، بعد از تمرین و شب	۴ هفته تمرین مقاومتی باشدت ۶۰ تا 70٪ یک تکرار بیشینه	۶ جلسه
موری و توکودا ۲۰۱۸ (۳۵)	RCT - ژاپن	۵۰ زن تمرین نکرده	گروه ۱: ۷۰.۶±۴.۲ گروه ۲: ۷۰.۶±۴.۲	گروه ۱: ۲۲.۱±۲.۱ گروه ۲: ۲۲.۹±۲.۹	گروه ۱: پروتئین وی + تمرینات مقاومتی (۲۷نفر) گروه ۲: تمرینات مقاومتی (۲۷نفر)	باز کردن زانو	گروه ۱: ۲۲ گرم پروتئین وی گروه ۲: گزارش نشده است	۱ بار در روز	۲۴ هفته با شدت ۵۰ تا ۷۰٪ یک تکرار بیشینه	۲ جلسه
ناپوکو و همکاران ۲۰۱۸ (۳۷)	RCT - برزیل	۶۶ زن تمرین نکرده	گزارش نشده است	گروه ۱: گزارش نشده است گروه ۲: گزارش نشده است	گروه ۱: پروتئین وی هیدرولیز + تمرینات مقاومتی (۲۲نفر) گروه ۲: دارونما - تمرینات مقاومتی (۲۳ نفر)	پرس سینه بازکردن زانو جلو بازو	گروه ۱: ۳۵ گرم پروتئین وی هیدرولیز گروه ۲: ۳۵ گرم مالتودکسترین	۱ بار قبل یا بعد از تمرین	۱۲هفته	۳ جلسه
ناپوکو و همکاران 2019 (۳۶)	RCT - برزیل	۳۰ زن تمرین نکرده	گروه ۱: ۶۹.۲±۴.۱ گروه ۲: ۶۸.۴±۴.۵	گروه ۱: ۲۷.۴±۵.۱ گروه ۲: ۲۶.۶±۳.۴	گروه ۱: پروتئین وی + تمرینات مقاومتی (۱۵ نفر) گروه ۲: دارونما - تمرینات مقاومتی (۱۵ نفر)	یاز کردن زانو ایزوکینتیک	گروه ۱: ۳۵ گرم پروتئین وی گروه ۲: ۳۵ گرم مالتودکسترین	۱ بار بلافاصله بعد از تمرین	۱۲ هفته تمرین با شدت ۶۰ تا ۷۰٪ یک تکرار بیشینه	۳ جلسه

ادامه جدول ۲- ویژگی آزمودنی‌ها | *Continue* Table 2- Characteristics of the subjects

پژوهشگر - سال	نوع مطالعه- کشور	ویژگی‌های آزمودنی‌ها	سن (سال)	BMI (Kg/m^2)	گروه‌ها	متغیرهای قدرت عضلانی	نوع مکمل و دوز مصرف	زمان مصرف مکمل	نوع تمرین شدت و مدت زمان تمرین	تعداد جلسات در هفته
اوبرادوویچ و همکاران ۲۰۲۰ (۱۵)	RCT - صربستان	۲۰ مرد تمرین کرده	گروه ۱: ۴±۲۳ گروه ۲: ۴±۲۳	گروه ۱: گزارش نشده است گروه ۲: گزارش نشده است	گروه ۱: پروتئین وی + تمرینات مقاومتی (۱۰ نفر) گروه ۲: دارونما + تمرینات مقاومتی (۱۰ نفر)	پرس سینه اسکوات	گروه۱: ۱۷ گرم پروتئین وی گروه ۲: ۱۰ گرم مالتودکسترین	۱ بار در روز	۸ هفته با شدت ۸۰ تا ۹۵٪ یک تکرار بیشینه	۴ جلسه
ریدی و همکاران ۲۰۱۶ (۳۸)	RCT - آمریکا	۴۵ مردان جوان سالم	گروه ۱: ±1۲۵ گروه ۲: ۱±۲۵	گروه ۱: ۰.۷±۲۵.۸ گروه ۲: ۰.۶±۲۴.۶	گروه ۱: پروتئین وی + تمرینات مقاومتی (۲۲نفر) گروه ۲: دارونما + تمرینات مقاومتی (۲۳نفر)	پرس سینه اسکوات باز کردن زانو باز کردن زانو ایزوکینتیک	گروه ۱: ۲۲ گرم پروتئین وی گروه ۲: ۲۲ گرم مالتودکسترین	بعد از هرجلسه تمرینی و در ۴ روز بدون تمرین ۱ بار بین وعده های غذایی	۱۲ هفته تمرینات مقاومتی با ۶۰ تا ۸۰٪ یک تکرار بیشینه	۳ جلسه
شارپ و همکاران ۲۰۱۸ (۱۶)	RCT - آمریکا	۲۰ مرد و زن تمرین نکرده	گروه ۱: ۲±۱۹ گروه ۲: ۲±۲۱	گروه ۱: گزارش نشده است گروه ۲: گزارش نشده است	گروه ۱: پروتئین وی کنسانتره + تمرینات مقاومتی (۱۰نفر) گروه ۲: دارونما + تمرینات مقاومتی (۱۰نفر)	پرس سینه	گروه ۱: ۵۰ گرم پروتئین وی گروه ۲: مالتودکسترین	۱ با در روز	۸ هفته با شدت ۷۰ تا ۹۰٪ یک تکرار بیشینه	۳جلسه
تیلور و همکاران ۲۰۱۶ (۲۷)	RCT - آمریکا	۱۳زن بسکتبالیست	گروه ۱: ۲±۲۰ گروه ۲: ۳±۲۱	گروه ۱: گزارش نشده است گروه ۲: گزارش نشده است	گروه ۱: پروتئین وی + تمرینات بی‌هوازی و مقاومتی (۸ نفر) گروه ۲: مالتودکسترین + تمرینات بی هوازی و مقاومتی (۶نفر)	پرس پا پرس سینه	گروه ۱: ۲۴ گرم پروتئین وی گروه ۲: ۲۴ گرم مالتودکسترین	قبل و بعد هرجلسه تمرینی	۸ هفته تمرینات بی هوازی و مقاومتی	۴ جلسه
ویزگاربر و همکاران 2012 (۴۰)	RCT - کانادا	۱۷ جوانان تمرین نکرده	گروه ۱: ۱.۸±۲۴.۵ گروه ۲: ۴.۴±۲۳.۴	گروه ۱: گزارش نشده است گروه ۲: گزارش نشده است	گروه ۱: پروتئین وی ایزوله + تمرینات مقاومتی (۹نفر) گروه ۲: دارونما + تمرینات مقاومتی (۸نفر)	پرس سینه	گروه ۱: 0.3 گرم پروتئین وی گروه ۲: 0.2 گرم مالتودکسترین	قبل از تمرین و بعد ازهر ست	۸ هفته تمرینات مقاومتی	۴ جلسه
ویزگاربر و همکاران ۲۰۱۵ (۳۹)	RCT - کانادا	۲۰ زنان یائسه سالم	گروه ۱: ۴.۷±۵۴ گروه ۲: ۴.۷±۵۴	گروه ۱: گزارش نشده است گروه ۲: گزارش نشده است	گروه ۱: پروتئین وی + تمرینات مقاومتی (۱۰نفر) گروه ۲: دارونما + تمرینات مقاومتی (۱۰نفر)	بازکردن زانو جلو بازو	گروه ۱: ۴۰ گرم پروتئین وی گروه ۲: ۴۰ گرم دارونما	روز تمرین	۱۰ هفته تمرینات مقاومتی شامل ۳ ست با ۳۰٪ یک تکرار بیشینه	۴ جلسه

بررسی کیفیت مقالات

برای ارزیابی کیفیت مطالعات واردشده به تحقیق حاضر از چک‌لیست پدرو[1] استفاد شد. این ارزیابی شامل ۱۱ معیار است. با توجه به اینکه معیارهای کوکران شرکت‌کنندگان و کور کردن مداخله‌گر برای مداخلات ورزشی اجراشدنی نبود، از ارزیابی کنار گذاشته شدند؛ بنابراین ارزیابی کیفیت مطالعات با استفاده از ۹ معیار انجام شد. معیارهای ارزیابی عبارت بودند از: ۱) ضوابط واجد شرایط بودن شرکت‌کنندگان مشخص باشد؛ ۲) اختصاص شرکت‌کنندگان گروه‌های مختلف به صورت تصادفی انجام شده باشد؛ ۳) شرکت‌کنندگان به گروه‌بندی‌هایشان آشنایی نداشته باشند؛ ۴) آزمودنی‌ها در گروه‌های مختلف در ابتدا از نظر وزن بدن یکسان باشند؛ ۵) ارزیابی یک‌سوکور برای متغیر اصلی وجود داشته باشد (blinding of all assessors)؛ ۶) تعداد افراد خارج‌شده از پژوهش کمتر از ۱۵ درصد شرکت‌کنندگان باشد؛ ۷) تجزیه و تحلیل به صورت intention to treat (ITT) انجام شده باشد؛ ۸) تفاوت آماری بین‌گروهی برای متغیر اصلی گزارش شده باشد؛ ۹) میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (P-Value) گزارش شده باشد. به تمام سؤالات چک‌لیست پدرو، با دو گزینه بله (نمره ۱) یا خیر (نمره صفر) پاسخ داده شد (جدول ۳). امتیاز حداقل صفر و حداکثر، ۹ بود که در آن ارزش عددی بیشتر، نمایانگر کیفیت بالاتر پژوهش بود (۲۴، ۲۳).

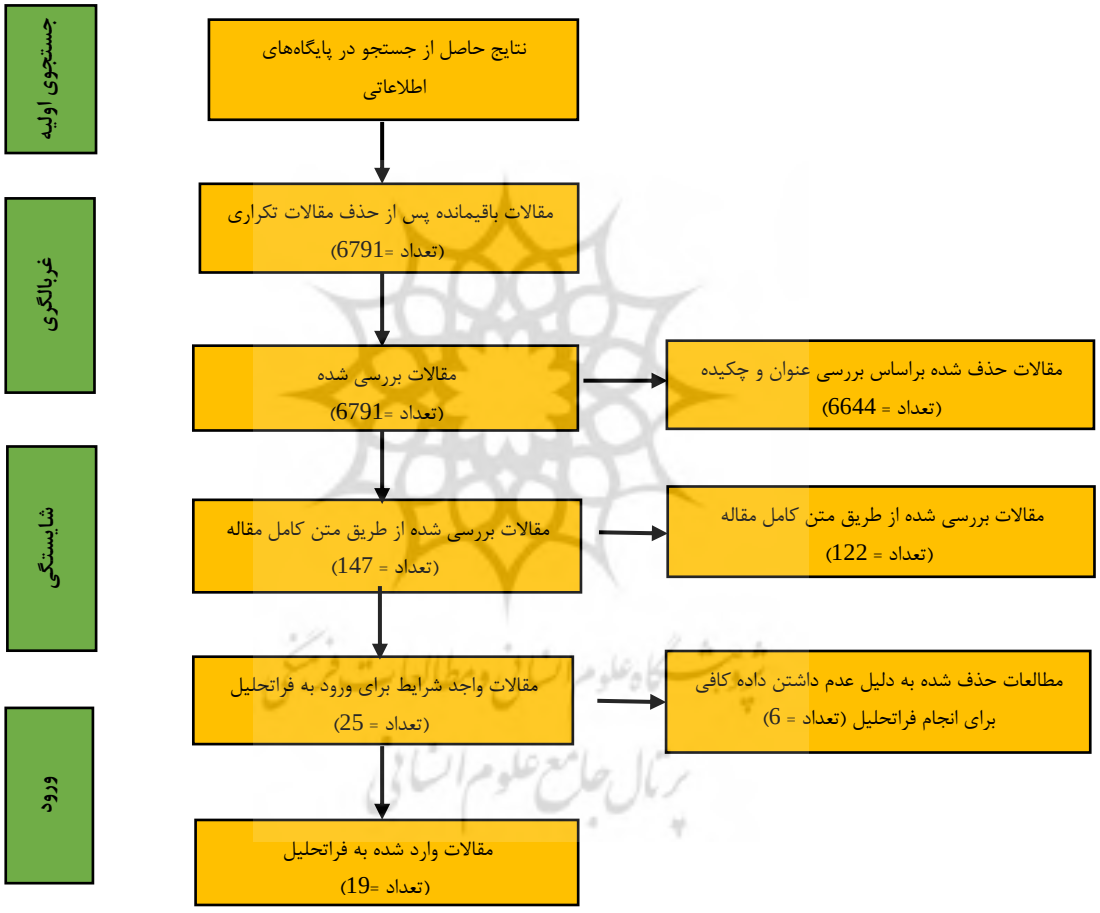
تجزیه و تحلیل آماری

فراتحلیل اصلی حاضر برای تعیین اثر متفاوت مکمل پروتئین وی بر قدرت گروه‌های عضلانی متفاوت در بزرگسالان انجام گرفت. در این مطالعه، برای تجزیه و تحلیل آماری از میانگین، انحراف استاندارد و حجم نمونه استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از مدل اثر تصادفی صورت گرفت؛ بر این اساس، WMD[2] و فاصله اطمینان ۹۵ درصد در نظر گرفته شد. برای تعیین ناهمگونی (نبود تجانس) مطالعات، از آزمون I^2 استفاده شد و تفسیر آماری I^2 مطابق با دستورالعمل کوکران به‌ترتیب، ناهمگونی خفیف (کمتر از ۲۵ درصد)، ناهمگونی کم (۲۵ تا ۵۰ درصد)، ناهمگونی متوسط (۵۰ تا ۷۵ درصد) و ناهمگونی زیاد (بیشتر از ۷۵ درصد) تفسیر شد (۲۵). براساس مقدار I^2، در صورت نبود ناهمگنی یا ناهمگنی کم، از مدل ثابت و در صورت ناهمگنی متوسط و زیاد، از مدل اثرات تصادفی استفاده شد (۲۵). همچنین سوگیری انتشار با استفاده از تفسیر بصری از فونل پلات[3] و آزمون ایگر[4] به‌عنوان تعیین‌کننده ثانویه استفاده شد. در صورتی که P<۰/۱ بود، سوگیری انتشار معنادار در نظر گرفته شد. آزمون‌های تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار CMA[5] نسخه دو صورت گرفت (۲۶).

1. PEDro
2. Weighted Mean Difference
3. Funnel Plot
4. Egger
5. Comprehensive Meta Analysis

نتایج

براساس جستجو در پایگاه‌های اطلاعات، ۴۶۴ مقاله از پاب‌مد[1]، ۴۲۰۷ مقاله از اسکوپوس[2]، ۳۹۵۵ مقاله از وب آو ساینس[3] و ۵۰ مقاله از پایگاه‌های داده فارسی به دست آمد که پس از حذف مقالات تکراری،۶۷۹۱ مقاله برای بررسی‌های بیشتر باقی ماند. پس از بررسی مقالات براساس عنوان، کلیدواژه و چکیده، ۱۴۷ مقاله برای مطالعه متن کامل انتخاب شد. پس از بررسی متن کامل مقالات، درنهایت ۱۹ مطالعه وارد فراتحلیل حاضر شد. شایان ذکر است، در انتخاب مطالعات از معیارهای کاکرین استفاده شد، اما برای انتخاب مطالعات نهایی، معیارهای ورود و خروج اختصاصی متناسب با هدف پژوهش تعریف شد و تنها مطالعاتی که به طور کامل این معیارها را داشتند (۱۹ مطالعه)، وارد فراتحلیل شدند. مشخصات مطالعات در شکل (۱) مشاهده می‌شود.



شکل ۱- فلوچارت PRISMA

Figure 1- PRISMA flowchart

1 . Pubmed
2 . Scopus
3 . Web of science

ویژگی‌های آزمودنی‌ها

تعداد ۶۸۹ آزمودنی با رده سنی ۷۸-۱۸ سال وارد فراتحلیل شدند. تعداد ۳۳۷ آزمودنی با رده سنی ۷۸-۱۸ سال و میانگین شاخص توده بدنی ۲۷/۴-۲۲ کیلوگرم بر مترمربع در گروه ترکیبی مکمل پروتئین وی و تمرینات مقاومتی و ۳۵۲ آزمودنی با میانگین سنی ۷۷/۳-۱۸ سال و میانگین شاخص توده بدنی ۲۶/۹-۲۲/۹ کیلوگرم بر مترمربع در گروه شاهد بودند. تعداد آزمودنی‌های هر مطالعه، حداقل ۱۳ نفر (۲۷) و حداکثر ۸۴ نفر (۲۸) بود. مدت‌زمان تمرینات از ۴ هفته (۲۹) تا ۲۶ هفته (۳۰) بود (جدول ۲).

ویژگی پروتکل تمرین ورزشی

تعداد ۱۹ مطالعه وارد مطالعه فراتحلیل حاضر شد. نوع تمرینات در مطالعات واردشده از تمرینات مقاومتی (۴۱-۲۷، ۱۷-۱۵، ۱۳) بود. شدت تمرین برای تمرینات مقاومتی، ۵۰ درصد یک تکرار بیشینه (1RM) (۳۵) تا ۹۵ درصد 1RM (۱۵) بود.

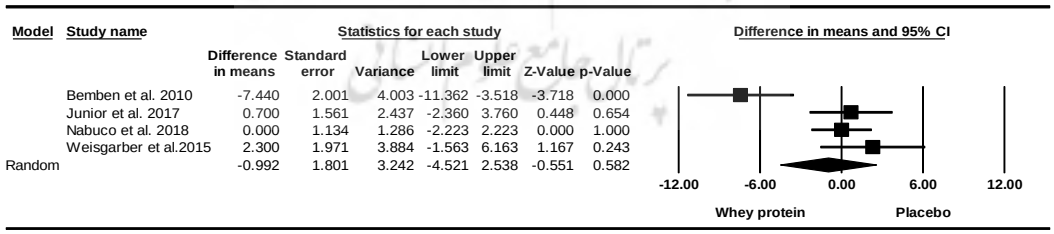
ویژگی مصرف مکمل پروتئین وی

در میان مطالعات، میزان مصرف مکمل پروتئین وی از ۲۰ گرم در روز (۲۹، ۲۸) تا ۵۶ گرم در روز بود (۳۲). همچنین مدت‌زمان مصرف مکمل از ۴ هفته (۲۹) تا ۲۶ هفته (۳۰) بود.

نتایج فراتحلیل

اثر مکمل پروتئین وی بر قدرت عضلانی در حرکت دوسر بازویی[1]

تجزیه و تحلیل داده‌های چهار مداخله نشان داد که مکمل پروتئین وی سبب تغییر معنادار قدرت عضلانی در حرکت دوسر بازویی [P=۰/۵۸۲، (۴/۵۲۱- الی ۲/۵۳۸) WMD=-۰/۹۹۲] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان نشد (شکل ۲). با استفاده از آزمون I2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنادار وجود داشت (P=۰/۰۰۲، I^2=۷۹/۷۶). نتیجه آزمون Egger نشان‌دهنده نبود سوگیری انتشار قدرت عضلانی در حرکت دوسر بازویی بود (P=۰/۶۴۸). همچنین میانگین سنی شرکت‌کنندگان در این حرکت از ۵۴ سال (۳۹) تا ۶۷/۴ سال (۴۱) بود.



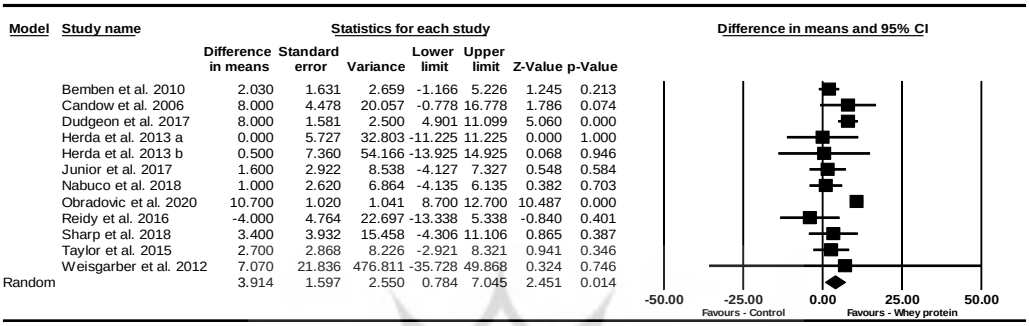
شکل ۲- نمودار فارست پلات درباره اثر مکمل پروتئین وی بر قدرت عضلانی دوسر بازویی در بزرگسالان

Figure 2- Forest plot diagram about effect of whey protein supplementation on biceps muscle strength in adults

1. Biceps Curl

اثر مکمل پروتئین وی بر قدرت عضلانی در حرکت پرس سینه[1]

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۲ مداخله نشان داد که مکمل پروتئین وی سبب افزایش معنادار قدرت عضلانی در حرکت پرس سینه [P=۰/۰۱۴، (۰/۷۸۴ الی ۷/۰۴۵) WMD=۳/۹۱۴] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان شد (شکل ۳). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنادار وجود داشت (P=۰/۰۰۱، I^2=۷۳/۷۲). نتیجه آزمون Egger نشان‌دهنده وجود سوگیری انتشار قدرت عضلانی در حرکت پرس سینه بود (P=۰/۰۳۶). همچنین میانگین سنی شرکت‌کنندگان در این حرکت از ۱۸سال (۳۱) تا ۶۷/۴ سال (۴۱) بود.

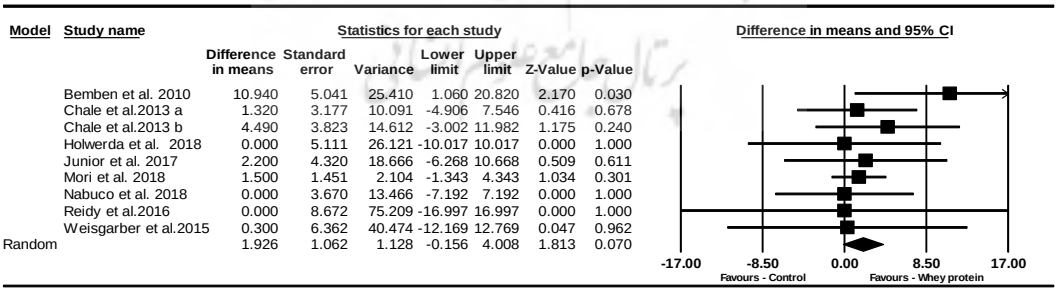


شکل ۳- نمودار فارست پلات درباره اثر مکمل پروتئین وی بر قدرت عضلانی پرس سینه در بزرگسالان

Figure 3- Forest plot diagram about effect of whey protein supplementation on chest press muscle strength in adults

اثر مکمل پروتئین وی بر قدرت عضلانی در حرکت باز کردن زانو[2]

تجزیه و تحلیل داده‌های ۱۰ مداخله نشان داد که مکمل پروتئین وی سبب تغییر معنادار قدرت عضلانی در حرکت باز کردن زانو [P= ۰/۰۷۰، (۰/۱۵۶- الی ۴/۰۰۸) WMD=۱/۹۲۶] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان نشد (شکل ۴). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنادار وجود نداشت (P=۰/۸۷۵، I^2=۰/۰۰). نتیجه آزمون Egger نشان‌دهنده نبود سوگیری انتشار قدرت عضلانی در حرکت باز کردن زانو بود (P=۰/۴۷۴). همچنین میانگین سنی شرکت‌کنندگان در این حرکت از ۲۵ سال (۳۸) تا ۷۰/۶ سال (۳۵) بود.



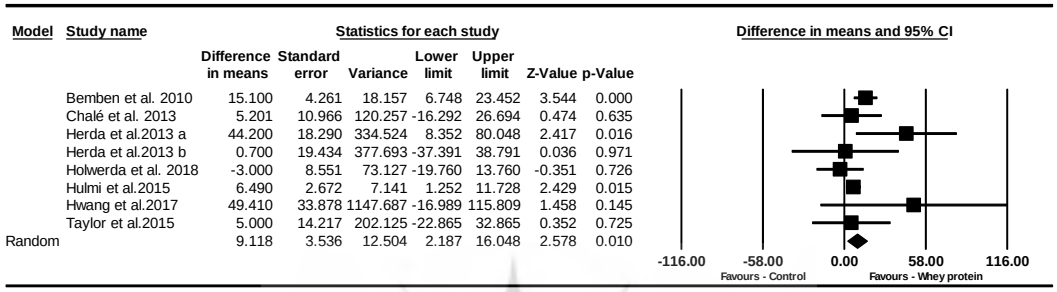
شکل ۴- نمودار فارست پلات درباره اثر مکمل پروتئین وی بر قدرت عضلانی باز کردن زانو در بزرگسالان

Figure 4- Forest plot diagram about of effect of whey protein supplementation on knee extension muscle strength in adults

1. Chest Press
2. Knee Extension

اثر مکمل پروتئین وی بر قدرت عضلانی در حرکت پرس پا[1]

تجزیه و تحلیل داده‌های هشت مداخله نشان داد که مکمل پروتئین وی سبب افزایش معنادار قدرت عضلانی در حرکت پرس پا [P=۰/۰۱۰، (۲/۱۸۷ الی ۱۶/۰۴۸) WMD=۹/۱۱۸] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان شد (شکل ۵). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنادار وجود نداشت (P=۰/۱۶۹، I^2=۳۲/۳۹۱). نتیجه آزمون Egger نشان‌دهنده نبود سوگیری انتشار قدرت عضلانی در حرکت پرس پا بود (P=۰/۵۰۴). همچنین میانگین سنی شرکت‌کنندگان در این حرکت از ۲۰سال (۲۷) تا ۷۸ سال (۳۰) بود.

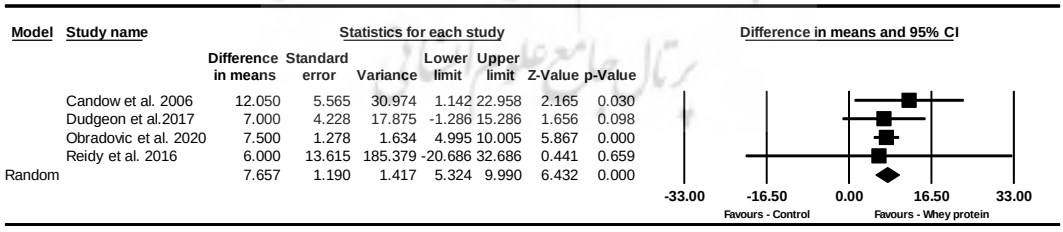


شکل ۵- نمودار فارست پلات درباره اثر مکمل پروتئین وی بر قدرت عضلانی پرس پا در بزرگسالان

Figure 5- Forest plot diagram about effect of whey protein supplementation on leg press muscle strength in adults

اثر مکمل پروتئین وی بر قدرت عضلانی در حرکت اسکوات[2]

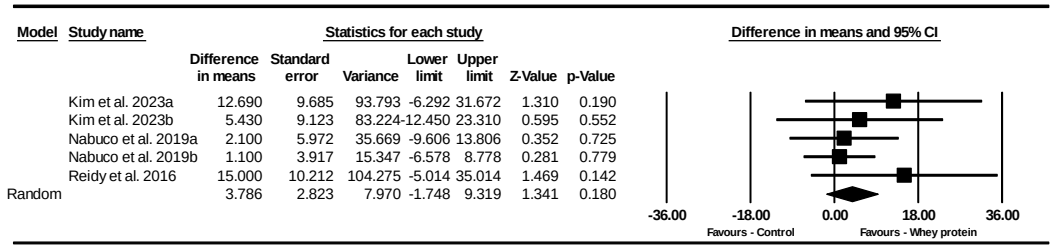
تجزیه و تحلیل داده‌های چهار مداخله نشان داد که مکمل پروتئین وی سبب افزایش معنادار قدرت عضلانی در حرکت اسکوات [P=۰/۰۰۱، (۵/۳۲۴ الی ۹/۹۹۰) WMD=۷/۶۵۷] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان شد (شکل ۶). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنادار وجود نداشت (P=۰/۸۷۹، I^2=۰/۰۰). نتیجه آزمون Egger نشان‌دهنده نبود سوگیری انتشار قدرت عضلانی در حرکت اسکوات بود (P=۰/۶۳۷). همچنین میانگین سنی شرکت کنندگان در این حرکت از ۱۸سال (۳۱) تا ۲۸ سال (۳۲) بود.



شکل ۶- نمودار فارست پلات درباره اثر مکمل پروتئین وی بر حرکت اسکوات در بزرگسالان

Figure 6- Forest plot diagram about effect of whey protein supplementation on squat movement in adults

1. Leg Press
2. Squat



شکل ۷- نمودار فارست پلات درباره اثر مکمل پروتئین وی بر قدرت عضلانی ایزوکنتیک باز کردن زانو در بزرگسالان

Figure 7- Forest plot diagram about effect of whey protein supplementation on isokinetic knee extension muscle strength in adults

جدول ۳- ارزیابی کیفیت مطالعات براساس ابزار پدرو

Table 3- Assessment of study quality based on the PEDro tool

مطالعه – سال	۱- مشخص‌بودن ضوابط واجد شرایط بودن آزمودنی‌ها	۲- اختصاص شرکت‌کنندگان به طور تصادفی به گروه‌های مختلف	۳- آشنایی نداشتن شرکت‌کنندگان نسبت به گروه‌بندی‌هایشان	۴- یکسان بودن آزمودنی‌ها از نظر وزن بدن در گروه‌های مختلف	۵- وجود ارزیابی یک‌سو کور برای متغیر اصلی پژوهش	۶- خروج کمتر از 15 درصد شرکت‌کنندگان از پژوهش	۷- انجام تجزیه‌وتحلیل به‌صورت Intention to treat (ITT)	۸- وجود گزارش تفاوت آماری بین‌گروهی برای متغیر اصلی	۹- وجود گزارش میانگین، انحراف معیار و میزان معناداری (P-Value)	امتیاز
بمبن و همکاران، 2010 (13)	✓	✓	✓	×	✓	×	×	✓	✓	6
کندو و همکاران، 2006 (53)	✓	✓	✓	×	✓	×	×	✓	✓	6
چَله و همکاران، 2013 (30)	✓	✓	✓	×	✓	×	×	✓	✓	6
دودجاون و همکاران، 2017 (32)	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	✓	5
هردا و همکاران، 2013 (28)	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	✓	5
هولوردا و همکاران، 2018 (17)	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	✓	5
هولمی و همکاران، 2015 (33)	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	7
هوآنگ و همکاران، 2017 (34)	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	✓	5
جونیور و همکاران، 2018 (41)	✓	✓	✓	×	✓	×	×	✓	✓	6
کیم و همکاران، 2023 (29)	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	✓	5
موری و توکودا، 2018 (35)	✓	✓	✓	×	✓	✓	×	✓	✓	7
نابوکو و همکاران، 2018 (37)	✓	✓	✓	×	✓	×	×	✓	✓	6
نابوکو و همکاران، 2019 (36)	✓	✓	✓	×	✓	×	×	✓	✓	6
اوبرادوویچ و همکاران، 2020 (15)	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	✓	5
رِیدی و همکاران، 2016 (38)	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	✓	7
شارپ و همکاران، 2018 (16)	✓	✓	✓	×	✓	×	×	✓	✓	6
تیلور و همکاران، 2016 (27)	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	✓	5
ویزگاربر و همکاران، 2012 (40)	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	✓	5
ویزگاربر و همکاران، 2015 (39)	✓	×	✓	×	✓	×	×	✓	✓	5

اثر مکمل پروتئین وی بر قدرت عضلانی در حرکت ایزوکنتیک باز کردن زانو[1]

تجزیه و تحلیل داده‌های پنج مداخله نشان داد که مکمل پروتئین وی سبب تغییر معنادار قدرت عضلانی در حرکت ایزوکنتیک باز کردن زانو [P=۰/۱۸۰، (۱/۷۴۸- الی ۹/۳۱۹) WMD=۳/۷۸۶] نسبت به گروه کنترل در بزرگسالان نشد (شکل ۷). با استفاده از آزمون I^2 ناهمگونی بررسی شد و نتایج نشان داد که ناهمگونی معنادار وجود نداشت (P=۰/۶۲۱، I^2=۰/۰۰). نتیجه آزمون Egger نشان‌دهنده وجود سوگیری انتشار قدرت عضلانی در حرکت ایزوکنتیک باز کردن زانو بود (P=۰/۰۳۸). همچنین میانگین سنی شرکت‌کنندگان در این حرکت از ۲۳/۵ سال (۲۹) تا ۶۹/۲ سال (۳۶) بود.

کیفیت مطالعات

نتایج بررسی کیفیت مقالات با استفاده از پدرو نشان داد که حداقل امتیاز کیفیت مقالات ۵ و حداکثر امتیاز ۷ بود (جدول ۳).

بحث و نتیجه‌گیری

هدف فراتحلیل حاضر، بررسی تأثیر متفاوت مکمل پروتئین وی بر قدرت گروه‌های عضلانی مختلف در بزرگسالان بود. نتایج حاصل از ۱۹ مطالعه با مجموع ۷۱۶ شرکت‌کننده نشان داد که مصرف این مکمل منجر به بهبود معنادار در برخی شاخص‌های عملکردی مرتبط با قدرت، به‌ویژه در حرکات چندمفصلی اندام تحتانی نظیر قدرت باز کردن زانو، اسکوات و پرس پا، در مقایسه با گروه کنترل شده است. درمقابل، مکمل وی تأثیر معناداری بر قدرت عضلانی دوسر بازویی، پرس سینه و قدرت ایزوکینتیک باز کردن زانو نشان نداد. این یافته‌ها ضمن تأیید اثربخشی بالقوه پروتئین وی در حرکات پایین‌تنه، بر تفاوت پاسخ عضلات مختلف به مکمل‌سازی تأکید دارد.

پروتئین وی یکی از باکیفیت‌ترین منابع پروتئینی محسوب می‌شود که به دلیل داشتن پروفایل آمینواسیدی کامل، سرعت هضم بیشتر و محتوای زیاد لوسین، قادر است مسیر آنابولیک mTORC1 در عضلات را فعال کند و موجب تحریک MPS عضلانی شود (۴۳، ۴۲). این مسیر در حضور تمرین مقاومتی با شدت کافی، می‌تواند هایپرتروفی و افزایش قدرت عضلانی را تسهیل کند (۴۵، ۴۴)؛ با این حال، پاسخ آنابولیک عضله، تنها در صورت تأمین هم‌زمان سه عامل اصلی بهینه خواهد بود: تمرین مقاومتی مناسب؛ وضعیت تغذیه‌ای مطلوب؛ دوز و زمان‌بندی مناسب مکمل (۶). نبود هریک از این عوامل می‌تواند به کاهش محسوس پاسخ عضلانی منجر شود (۴۶). در سالمندان نیز کاهش حساسیت عضله به محرک‌های تغذیه‌ای و تمرینی، ضرورت تأمین هم‌زمان این عوامل را دوچندان می‌کند (۴۷)؛ بنابراین مصرف وی بدون تحریک مکانیکی مناسب یا در دوره‌های کوتاه‌مدت، ممکن است اثرات محسوسی ایجاد نکند (۴۶).

مطالعات متعددی اثر هم‌افزایی مصرف پروتئین وی همراه با تمرین مقاومتی بر بهبود قدرت عضلانی، به‌ویژه در حرکات پایین‌تنه را تأیید کرده‌اند. هم‌راستا با نتایج مطالعه حاضر، پژوهش مرورنظام مند و فراتحلیل مورتون و همکاران نشان داد که مصرف پروتئین وی در صورت همراهی با تمرین مقاومتی منجر به بهبود معنادار در قدرت عضلات پایین‌تنه می‌شود، در حالی که این اثر در عضلات بالاتنه کمتر مشاهده شد (۶). پژوهشگران این یافته را به فعال‌سازی بیشتر مسیر

1. Isokinetic Knee Extension

mTORC1 در پاسخ به بارهای تمرینی سنگین در عضلات بزرگ بدن نسبت دادند. کندو و همکاران نیز افزایش قدرت در حرکات پایین‌تنه نظیر پرس پا را در نتیجه ترکیب تمرین مقاومتی و مکمل پروتئین وی گزارش کردند (۳۱). به‌علاوه، نتایج فراتحلیل لی و همکاران، بیانگر افزایش معنادار توده و قدرت عضلانی در افراد جوان سالم در پی مصرف پروتئین وی همراه با تمرینات مقاومتی بود (۴۸). این شواهد حاکی از آن‌اند که عضلات بزرگ‌تر پایین‌تنه مانند چهارسر و سرینی، به دلیل درگیری زیاد در تمرینات مقاومتی چندمفصلی و بار مکانیکی بیشتر، پاسخ بهتری به مکمل‌یاری نشان می‌دهند (۴۹). درمقابل، عضلات بالاتنه ممکن است به دلیل شدت کمتر تمرین یا ناکافی بودن حجم تمرینی، پاسخ محدودی داشته باشند (۳۸)؛ با این حال، مطالعه هارتمن و همکاران گزارش کرد که مکمل وی در افراد تمرین‌دیده باعث افزایش قدرت عضلانی اندام فوقانی و تحتانی شد (۵۰)؛ با این حال، در این پژوهش از پروتکل تمرینی با شدت زیاد و حرکات ترکیبی مانند بارفیکس و پرس سینه با بار زیاد استفاده شده بود که احتمالاً پتانسیل آنابولیک عضلات بالاتنه را نیز فعال کرده است. همچنین شرکت‌کنندگان از رژیم غذایی کنترل‌شده با پروتئین کافی برخوردار بودند که می‌تواند اثر هم‌افزا با مکمل پروتئین وی ایجاد کند.

برخی پژوهش‌ها ازجمله مطالعه ارسکین و همکاران، با نتایج حاضر ناهمسو هستند. در مطالعه آن‌ها، مکمل پروتئین وی سبب افزایش قدرت عضلانی در حرکات پایین‌تنه نشد (۵۱). احتمالاً دلیل آن، وجود شرکت‌کنندگان جوان و بی‌تحرک آن مطالعه باشد که به‌واسطه حساسیت آنابولیک کم و مشارکت نکردن تارهای نوع II، پاسخ مناسبی به مصرف پروتئین نشان ندادند. همچنین شدت و مدت تمرین کافی برای القای هایپرتروفی در این پژوهش فراهم نبود.

مطالعه چاله و همکاران روی سالمندان کم‌تحرک، افزایش معنادار در قدرت اندام تحتانی، اما نه عضلات فوقانی را نشان داد (۳۰). به طور مشابه، در مطالعه ریدی و همکاران روی مردان جوان، پروتئین وی تأثیر درخورتوجهی بر قدرت عضلات بالاتنه نداشت (۳۸). اگرچه افزایش سنتز پروتئین گزارش شده بود، این موضوع احتمال وجود آستانه‌ای برای پاسخ تمرینی/تغذیه‌ای در افراد جوان تمرین‌کرده را مطرح می‌کند. داجون و همکاران نیز نشان دادند که ترکیب تمرین مقاومتی با رژیم غذایی هیپوکالریک و مکمل پروتئین وی باعث بهبود قدرت اندام تحتانی می‌شود (۳۲). مطالعه هردا و همکاران نیز بهبود قدرت چهارسران و همسترینگ در پی مصرف پروتئین وی را تأیید کرد؛ در حالی که اثربخشی خاصی بر عضلات فوقانی مشاهده نشد (۲۸).

سن و وضعیت تمرینی شرکت‌کنندگان از عوامل مؤثر بر پاسخ به مکمل پروتئین وی هستند. شواهد نشان می‌دهد که در سالمندان یا افراد کم‌تحرک، به دلیل مقاومت آنابولیک، پروتئین وی می‌تواند نقش مؤثرتری در تحریک MPS ایفا کند (۳۷)؛ در حالی که افراد جوان‌تر تنها در صورت تمرین با شدت و حجم کافی، از مزایای مکمل بهره‌مند می‌شوند (۳۹، ۳۴). به نظر می‌رسد، پروتئین وی در افراد با وضعیت تغذیه‌ای یا عملکردی پایین‌تر مؤثرتر است؛ به‌ویژه زمانی‌که با تمرین مقاومتی همراه باشد (۳۵). این یافته‌ها نشان می‌دهد که تأثیر مکمل پروتئین وی وابسته به زمینه فیزیولوژیک فرد و شرایط تمرینی اوست و مصرف آن بدون در نظر گرفتن این عوامل ممکن است اثربخشی محدودی داشته باشد؛ مانند تمرین با حجم زیاد یا کمبود پروتئین غذایی. از سوی دیگر، مطالعاتی مانند هوانگ و همکاران (۳۴) و ریدی و همکاران (۳۸) به این نتیجه رسیدند که مصرف مکمل پروتئین وی تأثیر معناداری بر قدرت عضلات فوقانی یا عملکرد

ایزوکنتیک در مردان جوان ندارد. این یافته‌ها با نتایج پژوهش حاضر درخصوص نبود تغییر معنادار در قدرت پرس سینه و قدرت ایزوکنتیک همسوست. این یافته‌ها نشان می‌دهد که پاسخ به پروتئین وی در عضلات اندام فوقانی ممکن است نیازمند شدت تمرینی زیاد و مدت‌زمان بیشتر یا بار تمرینی هدفمندتر باشد.

همچنین زمان‌بندی مصرف مکمل، عاملی تعیین‌کننده در اثربخشی آن محسوب می‌شود. برخی مطالعات پیشنهاد کرده‌اند که مصرف پروتئین وی بلافاصله پس از تمرین می‌تواند اثرات مطلوب‌تری بر قدرت عضلانی داشته باشد (۳۷). این مسئله در برخی مطالعات اخیر مانند هولوردا و همکاران به چالش کشیده شده است؛ به‌ویژه زمانی که مصرف پروتئین وی با میزان کافی پروتئین غذایی در طول روز همراه باشد (۴۶). یکی دیگر از جنبه‌های درخورتأمل در تفسیر نتایج، میزان دریافت پایه پروتئین از رژیم غذایی شرکت‌کنندگان در مطالعات اولیه است. افرادی که در رژیم روزانه خود دچار کمبود پروتئین هستند، به احتمال زیاد پاسخ آنابولیکی بیشتری به مکمل‌یاری نشان می‌دهند. از طرف دیگر، شرکت‌کنندگانی که دریافت غذایی کافی دارند، ممکن است نیازی به مصرف مکمل نداشته باشند یا مصرف اضافه منجر به تأثیرات فیزیولوژیک چشمگیر نشود (۵۲).

درمجموع، اثربخشی پروتئین وی بر قدرت عضلانی تحت‌تأثیر متغیرهایی چون شدت تمرین، وضعیت تغذیه‌ای، دوز مکمل و نوع حرکت است؛ برای مثال، در مطالعات داجون و همکاران (۳۲) و سوگیهارا جونیور و همکاران (۴۱)، تنها حرکات ایزوتونیک پایین‌تنه تحت‌تأثیر مثبت مکمل قرار گرفتند؛ در حالی که حرکات ایزوکینتیک تغییر معناداری نداشتند؛ با این حال، در مطالعه سوگیهارا جونیور و همکاران، افزایش قدرت عضلانی تنها در حرکات ایزوتونیک اندام تحتانی مشاهده شد و تأثیر معناداری در قدرت ایزوکنتیک گزارش نشد. این یافته با یافته‌های حاضر درخصوص تفاوت پاسخ بین نوع حرکات همخوانی دارد (۴۱). به طور مشابه، هولوردا و همکاران نیز نشان دادند که مصرف پروتئین وی پیش از خواب بدون افزایش بار تمرینی، منجر به تقویت بیشتر قدرت عضلانی در مردان فعال نمی‌شود که اهمیت شدت تمرین را نسبت به صرف زمان‌بندی مصرف مکمل برجسته می‌کند (۴۶). همچنین تفاوت در مدت‌زمان مداخله می‌تواند بر نتایج تأثیرگذار باشد؛ به طوری که در مطالعه موری و توکیدا، تأثیر مثبت پروتئین وی بر عملکرد و قدرت عضلانی تنها در دوره‌های بلندمدت‌تر (بیش از ۱۲ هفته) مشاهده شد (۳۵)؛ در حالی که در مطالعه کیم و همکاران، تنها زمانی تأثیر مکمل پروتئین وی معنادار بود که با رژیم غذایی کنترل‌شده همراه شد (۲۹). این شواهد نشان می‌دهد که برای ارزیابی دقیق اثر پروتئین وی بر عملکرد عضلانی، باید تعامل چندگانه بین نوع تمرین، مدت‌زمان مداخله و وضعیت تغذیه‌ای شرکت‌کنندگان در نظر گرفته شود.

درمجموع، نتایج مطالعه فراتحلیل حاضر نشان می‌دهد که مکمل‌یاری با پروتئین وی می‌تواند به طور خاص در بهبود قدرت عضلانی حرکات ترکیبی پایین‌تنه مانند اسکوات و پرس پا مؤثر باشد، اما این اثر در همه شاخص‌ها مشاهده نمی‌شود. به نظر می‌رسد، شدت، مدت و نوع تمرین، ترکیب بدن، سن و سطح پایه مصرف پروتئین، عوامل مهمی در تعیین پاسخ به مکمل‌یاری با پروتئین وی هستند؛ بنابراین توصیه می‌شود که استفاده از این مکمل در چارچوب برنامه‌های تمرینی ساختارمند صورت گیرد تا بیشینه اثربخشی حاصل شود.

نقاط قوت و محدودیت‌ها

مطالعه حاضر دارای چندین نقطه قوت برجسته است: نخست، استفاده از دستورالعمل‌های استاندارد و بین‌المللی نظیر PRISMA و Cochrane موجب افزایش شفافیت، انسجام یافته‌ها شد؛ دوم، جستجوی جامع در سه پایگاه داده بین‌المللی (PubMed، Scopus و Web of Science) همراه با جستجوی دستی در پایگاه‌های فارسی و بررسی منابع مقالات، دامنه پوشش مطالعاتی را گسترش داد و احتمال حذف مطالعات مرتبط را کاهش داد؛ سوم، استفاده از ابزار معتبر پدرو برای ارزیابی کیفیت مقالات واردشده به فراتحلیل و محدود شدن امتیاز مقالات به بازه ۵ تا ۷، نشان‌دهنده کیفیت مناسب داده‌های اولیه بود. همچنین تحلیل دقیق داده‌ها با مدل اثر تصادفی و بررسی ناهمگونی و سوگیری انتشار با استفاده از آزمون‌های I^2 و Egger موجب افزایش دقت آماری و کاهش خطای تحلیل داده‌ها شد.

این تحقیق با محدودیت‌هایی نیز همراه بود. مهم‌ترین محدودیت، تنوع زیاد پروتکل‌های تمرینی، دوز و زمان‌بندی مصرف مکمل وی و تفاوت در سن، جنس و سطح آمادگی جسمانی شرکت‌کنندگان در مطالعات اولیه بود که ممکن است به ناهمگونی نتایج منجر شده باشد؛ اگرچه آزمون‌های آماری این ناهمگونی را در برخی شاخص‌ها غیرمعنادار ارزیابی کردند. علاوه بر این، در برخی متغیرها مانند حرکت ایزوکنتیک باز کردن زانو، با وجود نبود تفاوت معنادار، آزمون Egger نشان‌دهنده وجود سوگیری انتشار بود.

نتیجه‌گیری

این مطالعه مرور سیستماتیک و فراتحلیل، ۱۹ مطالعه پژوهش اصیل درباره اثر متفاوت مکمل پروتئین وی بر قدرت گروه‌های عضلانی متفاوت در بزرگسالان را شناسایی کرد. نتایج نشان داد که مصرف مکمل پروتئین وی موجب افزایش قدرت عضلانی در حرکات پرس سینه، پرس پا و حرکت اسکوات در افراد بزرگسال شد؛ بنابراین به افراد توصیه می‌کنیم از پروتئین وی برای افزایش قدرت عضلانی استفاده کنند. همچنین استفاده از استراتژی‌هایی با شواهد قوی‌تری پیشنهاد می‌شود. افزون بر این، تحقیقات بیشتری باید صورت گیرد که مکانیسم‌های دقیق‌تر و مستندتری را که پروتئین وی می‌تواند به طور مطلوب بر قدرت عضلانی تأثیر بگذارد، مشخص کند.

پیام مقاله

نتایج این فراتحلیل نشان داد که مصرف مکمل پروتئین وی موجب افزایش معنادار قدرت عضلانی در حرکات چندمفصلی پایین‌تنه مانند اسکوات و پرس پا و حرکت چندمفصلی بالاتنه مانند پرس سینه در بزرگسالان می‌شود؛ در حالی که تأثیر آن بر برخی حرکات نظیر حرکت جلو بازو یا حرکات ایزوکینتیک، چندان مشخص نیست. این یافته‌ها نشان می‌دهد که پاسخ عضلات مختلف بدن به مکمل پروتئینی ممکن است متفاوت باشد و ترکیب تمرین مقاومتی هدفمند با مصرف اصولی پروتئین وی، می‌تواند نقش مؤثری در بهبود عملکرد عضلانی ایفا کند؛ بر این اساس، مکمل پروتئین وی به‌عنوان یک راهبرد تغذیه‌ای مفید برای ارتقای قدرت عضلانی، به‌ویژه در حرکات پایین‌تنه، به ورزشکاران و بزرگسالان فعال توصیه می‌شود؛ با این حال، لازم است عوامل فردی، دوز مکمل، مدت مداخله و نوع تمرین در تجویز آن مدنظر قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله با کد بین‌المللی پراسپرو CRD420251157160 ثبت شده است.

مشارکت نویسندگان

همه نویسندگان در طراحی، اجرا و نگارش تمامی بخش‌های پژوهش حاضر مشارکت داشتند.

تعارض منافع

مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع است.

تشکر و قدردانی

از نویسندگانی که داده‌های مطالعات خود را در اختیار ما قرار دادند، تشکر می‌کنیم.

منابع

1. Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. Front Physiol. 2012;3:260. https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00260
2. Ojanen T, Rauhala T, Häkkinen K. Strength and power profiles of the lower and upper extremities in master throwers at different ages. J Strength Cond Res. 2007;21(1):216-22. https://doi.org/10.1519/00124278-200702000-00039
3. Narici MV, Maffulli N. Sarcopenia: characteristics, mechanisms and functional significance. Br Med Bull. 2010;95:139-59. https://doi.org/10.1093/bmb/ldq008
4. Gault ML, Willems ME. Aging, functional capacity and eccentric exercise training. Aging Dis. 2013;4(6):351-63. http://doi.org/10.14336/AD.2013.0400351
5. Terjung RL, Clarkson P, Eichner ER, Greenhaff PL, Hespel PJ, Israel RG, et al. American College of Sports Medicine roundtable. The physiological and health effects of oral creatine supplementation. Med Sci Sports Exerc. 2000;32(3):706-17. http://doi.org/10.1097/00005768-200003000-00024.
6. Morton RW, Murphy KT, McKellar SR, Schoenfeld BJ, Henselmans M, Helms E, et al. A systematic review, meta-analysis and meta-regression of the effect of protein supplementation on resistance training-induced gains in muscle mass and strength in healthy adults. British Journal of Sports Medicine. 2018;52(6):376-84. https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-097608
7. Bloomer RJ. The role of nutritional supplements in the prevention and treatment of resistance exercise-induced skeletal muscle injury. Sports Med. 2007;37(6):519-32. http://doi.org/10.2165/00007256-200737060-00005.
8. Marshall K. Therapeutic applications of whey protein. Altern Med Rev. 2004;9(2):136-56.
9. Ha E, Zemel MB. Functional properties of whey, whey components, and essential amino acids: mechanisms underlying health benefits for active people (review). J Nutr Biochem. 2003;14(5):251-8. https://doi.org/10.1016/S0955-2863(03)00030-5
10. Sinnott R, Maddela R, Nelson E, Singh K, Anderson J. The modifying effects of a calcium-rich whey protein supplement (OsoLean™ Powder) on weight loss and waist circumference in overweight subjects: a preliminary study. The Open Nutraceuticals Journal. 2009;2:36-41. http://doi.org/10.2174/1876396000902010036
11. Hamarsland H, Nordengen AL, Nyvik Aas S, Holte K, Garthe I, Paulsen G, et al. Native whey protein with high levels of leucine results in similar post-exercise muscular anabolic responses as regular whey protein: a randomized controlled trial. J Int Soc Sports Nutr. 2017;14:43. http://doi.org/10.1186/s12970-017-0202-y

12. Jakubowski JS, Wong EPT, Nunes EA, Noguchi KS, Vandeweerd JK, Murphy KT, et al. Equivalent hypertrophy and strength gains in β-Hydroxy-β-Methylbutyrate- or leucine-supplemented men. Med Sci Sports Exerc. 2019;51(1):65-74. http://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001752

13. Bemben MG, Witten MS, Carter JM, Eliot KA, Knehans AW, Bemben DA. The effects of supplementation with creatine and protein on muscle strength following a traditional resistance training program in middle-aged and older men. J Nutr Health Aging. 2010;14(2):155-9. https://doi.org/10.1007/s12603-009-0124-8

14. Boutry-Regard C, Vinyes-Parés G, Breuillé D, Moritani T. Supplementation with whey protein, Omega-3 fatty acids and polyphenols combined with electrical muscle stimulation increases muscle strength in elderly adults with limited mobility: a randomized controlled trial. Nutrients. 2020;12(6). https://doi.org/10.3390/nu12061866

15. Obradović J, Vukadinović Jurišić M, Rakonjac D. The effects of leucine and whey protein supplementation with eight weeks of resistance training on strength and body composition. J Sports Med Phys Fitness. 2020;60(6):864-9. https://doi.org/10.23736/s0022-4707.20.09742-x

16. Sharp MH, Lowery RP, Shields KA, Lane JR, Gray JL, Partl JM, et al. The effects of beef, chicken, or whey protein after workout on body composition and muscle performance. J Strength Cond Res. 2018;32(8):2233-42. http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001936

17. Holwerda AM, Overkamp M, Paulussen KJM, Smeets JSJ, van Kranenburg J, Backx EMP, et al. Protein supplementation after exercise and before sleep does not further augment muscle mass and strength gains during resistance exercise training in active older men. J Nutr. 2018;148(11):1723-32. https://doi.org/10.1093/jn/nxy169

18. Moher D, Shamseer L, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. Syst Rev. 2015;4(1):1. http://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1

19. Tarsilla M. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. Journal of Multidisciplinary Evaluation. 2008;6:142-8. https://doi.org/10.56645/jmde.v6i14.284

20. Kazeminasab F, Bagheri Z, Tajabadi F. The effect of whey protein supplementation on muscle soreness and factors of muscle damage after exercise training in healthy adults: a systematic review and meta-analysis of clinical trial studies. Journal of Isfahan Medical School. 2024;42(772):526-44. http://doi.org/10.48305/jims.v42.i772.0526

21. Khalafi M, Malandish A, Rosenkranz SK, Ravasi AA. Effect of resistance training with and without caloric restriction on visceral fat: a systemic review and meta-analysis. Obes Rev. 2021;22(9):e13275. http://doi.org/10.1111/obr.13275

22. Kazeminasab F, Sharafifard F, Miraghajani M, Behzadnejad N, Rosenkranz SK. The effects of exercise training on insulin resistance in children and adolescents with overweight or obesity: a systematic review and meta-analysis. Front Endocrinol (Lausanne). 2023;14:1178376. https://doi.org/10.3389/fendo.2023.1178376

23. Kazeminasab F, Baharlooie M, Khalafi M. The Impact of exercise on serum levels of leptin and adiponectin in obese children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. Iranian Journal of Endocrinology and Metabolism. 2022;23(6):409-25. https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.16834844.1400.23.6.5.9

24. Khalafi M, Sakhaei MH, Kazeminasab F, Symonds ME, Rosenkranz SK. The impact of high-intensity interval training on vascular function in adults: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Cardiovascular Medicine. 2022;9:1046560. https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.1046560

25. Wen H, Wang L. Reducing effect of aerobic exercise on blood pressure of essential hypertensive patients: a meta-analysis. Medicine. 2017;96(11). http://doi.org/10.1097/MD.0000000000006150

26. Egger M, Davey Smith G, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. BMJ. 1997;315(7109):629-34. https://doi.org/10.1136/bmj.315.7109.629

27. Taylor LW, Wilborn C, Roberts MD, White A, Dugan K. Eight weeks of pre- and postexercise whey protein supplementation increases lean body mass and improves performance in Division III collegiate female basketball players. Appl Physiol Nutr Metab. 2016;41(3):249-54. http://doi.org/10.1139/apnm-2015-0463

28. Herda AA, Herda TJ, Costa PB, Ryan ED, Stout JR, Cramer JT. Muscle performance, size, and safety responses after eight weeks of resistance training and protein supplementation: a randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. The Journal of Strength & Conditioning Research. 2013;27(11). http://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31828c289f

29. Kim CB, Park JH, Park HS, Kim HJ, Park JJ. Effects of whey protein supplement on 4-week resistance exercise-induced improvements in muscle mass and isokinetic muscular function under dietary control. Nutrients. 2023;15(4). https://doi.org/10.3390/nu15041003

30. Chalé A, Cloutier GJ, Hau C, Phillips EM, Dallal GE, Fielding RA. Efficacy of whey protein supplementation on resistance exercise-induced changes in lean mass, muscle strength, and physical function in mobility-limited older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 2013;68(6):682-90. https://doi.org/10.1093/gerona/gls221

31. Candow DG, Burke NC, Smith-Palmer T, Burke DG. Effect of whey and soy protein supplementation combined with resistance training in young adults. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2006;16(3):233-44. http://doi.org/10.1123/ijsnem.16.3.233

32. Dudgeon WD, Kelley EP, Scheett TP. Effect of Whey protein in conjunction with a caloric-restricted diet and resistance training. J Strength Cond Res. 2017;31(5):1353-61. http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001196

33. Hulmi JJ, Laakso M, Mero AA, Häkkinen K, Ahtiainen JP, Peltonen H. The effects of whey protein with or without carbohydrates on resistance training adaptations. J Int Soc Sports Nutr. 2015;12:48. http://doi.org/10.1186/s12970-015-0109-4

34. Hwang PS, Andre TL, McKinley-Barnard SK, Morales Marroquín FE, Gann JJ, Song JJ, et al. Resistance training-induced elevations in muscular strength in trained men are maintained after 2 weeks of detraining and not differentially affected by whey protein supplementation. J Strength Cond Res. 2017;31(4):869-81. http://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001807

35. Mori H, Tokuda Y. Effect of whey protein supplementation after resistance exercise on the muscle mass and physical function of healthy older women: a randomized controlled trial. Geriatr Gerontol Int. 2018;18(9):1398-404. http://doi.org/10.1111/ggi.13499

36. Nabuco HCG, Tomeleri CM, Fernandes RR, Sugihara Junior P, Cavalcante EF, Venturini D, et al. Effects of protein intake beyond habitual intakes associated with resistance training on metabolic syndrome-related parameters, isokinetic strength, and body composition in older women. J Aging Phys Act. 2019;27(4):545–52. http://doi.org/10.1123/japa.2018-0370

37. Nabuco HCG, Tomeleri CM, Sugihara Junior P, Fernandes RR, Cavalcante EF, Antunes M, et al. Effects of whey protein supplementation pre- or post-resistance training on muscle mass, muscular strength, and functional capacity in pre-conditioned older women: a randomized clinical trial. Nutrients. 2018;10(5). https://doi.org/10.3390/nu10050563

38. Reidy PT, Borack MS, Markofski MM, Dickinson JM, Deer RR, Husaini SH, et al. Protein supplementation has minimal effects on muscle adaptations during resistance exercise training in young men: a double-blind randomized clinical trial. J Nutr. 2016;146(9):1660-9. https://doi.org/10.3945/jn.116.231803

39. Weisgarber KD, Candow DG, Farthing JP. Whey protein and high-volume resistance training in postmenopausal women. The Journal of Nutrition, Health and Aging. 2015;19(5):511-7. https://doi.org/10.1007/s12603-015-0454-7

40. Weisgarber KD, Candow DG, Vogt ES. Whey protein before and during resistance exercise has no effect on muscle mass and strength in untrained young adults. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2012;22(6):463-9. http://doi.org/10.1123/ijsnem.22.6.463

41. Sugihara Junior P, Ribeiro AS, Nabuco HCG, Fernandes RR, Tomeleri CM, Cunha PM, et al. Effects of whey protein supplementation associated with resistance training on muscular strength, hypertrophy, and muscle quality in preconditioned older women. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2018;28(5):528-35. http://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0253

42. Hulmi JJ, Lockwood CM, Stout JR. Effect of protein/essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: a case for whey protein. Nutrition & Metabolism. 2010;7:1-11. http://doi.org/10.1186/1743-7075-7-51

43. Witard OC, Wardle SL, Macnaughton LS, Hodgson AB, Tipton KD. Protein considerations for optimising skeletal muscle mass in healthy young and older adults. Nutrients. 2016;8(4):181. https://doi.org/10.3390/nu8040181

44. Churchward-Venne TA, Burd NA, Phillips SM. Nutritional regulation of muscle protein synthesis with resistance exercise: strategies to enhance anabolism. Nutrition & metabolism. 2012;9:1-8. http://doi.org/10.1186/1743-7075-9-40

45. Phillips SM. A brief review of critical processes in exercise-induced muscular hypertrophy. Sports Medicine. 2014;44:71-7. http://doi.org/10.1007/s40279-014-0152-3

46. Holwerda AM, Paulussen KJ, Overkamp M, Smeets JS, Gijsen AP, Goessens JP, et al. Daily resistance-type exercise stimulates muscle protein synthesis in vivo in young men. Journal of Applied Physiology. 2018;124(1):66-75. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00610.2017

47. Breen L, Phillips SM. Skeletal muscle protein metabolism in the elderly: interventions to counteract the'anabolic resistance'of ageing. Nutrition & metabolism. 2011;8:1-11. http://doi.org/10.1186/1743-7075-8-68

48. Li M, Liu F. Effect of whey protein supplementation during resistance training sessions on body mass and muscular strength: a meta-analysis. Food & Function. 2019;10(5):2766-73. https://doi.org/10.1039/C9FO00182D

49. Snijders T, Verdijk LB, Smeets JS, McKay BR, Senden JM, Hartgens F, et al. The skeletal muscle satellite cell response to a single bout of resistance-type exercise is delayed with aging in men. Age. 2014;36:1-15. http://doi.org/10.1007/s11357-014-9699-z

50. Hartman JW, Tang JE, Wilkinson SB, Tarnopolsky MA, Lawrence RL, Fullerton AV, et al. Consumption of fat-free fluid milk after resistance exercise promotes greater lean mass accretion than does consumption of soy or carbohydrate in young, novice, male weightlifters. The American Journal of Clinical Nutrition. 2007;86(2):373-81. https://doi.org/10.1093/ajcn/86.2.373

51. Erskine RM, Fletcher G, Hanson B, Folland JP. Whey protein does not enhance the adaptations to elbow flexor resistance training. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2012;44(9):1791-800. http://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318256c48d

52. Phillips SM, Van Loon LJ. Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. Food, Nutrition and Sports Performance III. 2013:29-38. http://doi.org/10.1080/02640414.2011.619204

53. Candow DG, Burke NC, Smith-Palmer T, Burke DG. Effect of whey and soy protein supplementation combined with resistance training in young adults. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2006;16(3):233-44. http://doi.org/10.1123/ijsnem.16.3.233