مجلـه‌ی علمـــی، پژوهشـــی دانشـگاه علـــوم پزشـــکی زنجـــان
دوره‌ی ۲۶، شماره‌ی ۱۱۴، فروردین و اردیبهشت ۱۳۹۷، صفـحات ۲۷ تا ۳۹

اثربخشی هشت هفته برنامه ترکیبی جامع بر قدرت عملکردی مردان فعال دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا

فرهاد رنجبرزاده[۱]، دکتر سید صدرالدین شجاع الدین[۲]، محسن مرادی[۱]، دکتر امیر لطافت کار[۳]

نویسنده‌ی مسئول: گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران farhad.ranjbar8@gmail.com

دریافت: ۹۶/۲/۲۰ پذیرش: ۹۶/۵/۸

چکیده

زمینه و هدف: *افراد دارای بی‌ثباتی عمکردی مچ پا دارای نقص‌هایی در فاکتورهای مختلفی هستند که شاید برای مرتفع شدن همه‌ی این مشکلات نیازمند تمرینات چند وجهی و ترکیبی باشند. از این رو هدف اصلی از انجام این پژوهش نیمه تجربی، اثربخشی برنامه‌ی تمرینی ترکیبی بر قدرت عملکردی عضلات مچ پا در مردان فعال دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا بود.*

روش بررسی: *آزمودنی‌های تحقیق حاضر را مردان فعال دانشگاهی (با میانگین سنی و انحراف استاندارد ۳/۷۲±۲۰/۰۰ و میانگین قد ۸/۲۵±۱۸۵/۸۰) دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا تشکیل دادند که از بین آن‌ها ۳۰ نفر به صورت تصادفی انتخاب و به دو گروه کنترل و تجربی تقسیم شدند (۱۵ نفر گروه کنترل و ۱۵ نفر گروه تجربی). نمونه‌های گروه تجربی هشت هفته تمرینات ترکیبی را که بیشتر شامل تمرینات عصبی- عضلانی و قدرتی (با استفاده از تراباند قرمز رنگ) بود را به‌مدت هشت هفته و هر هفته سه جلسه‌ای به مدت یک ساعت اجرا کردند. متغیر وابسته تحقیق قدرت عملکردی عضلات مچ پا بوده و ابزار جمع‌آوری داده‌ها شامل دستگاه ایزوکنتیک بایودکس ۳ و پرسشنامه شاخص ناتوانی مچ پا بود. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف، به منظور مقایسه گروه‌ها از آزمون کوواریانس و برای به دست آوردن تفاوت درون گروه‌ها از آزمون تی وابسته در سطح معناداری ۰/۰۵ استفاده شد.*

یافته‌ها: *نتایج نشان داد که بین میانگین نمرات متغیرهای قدرت عملکردی مچ پا در گروه تجربی، قبل و بعد از برنامه‌ی تمرینی تغییرات معنی‌داری ایجاد شده است ($P\leq ۰/۰۵$)، در حالی که در گروه کنترل این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.*

نتیجه گیری: *نتایج پژوهش حاضر نشان داد که برنامه تمرین ترکیبی، می‌تواند یک روش تمرینی ایمن و موثر بر بهبود قدرت عضلات موافق و مخالف مچ پا باشد.*

واژگان کلیدی: قدرت عملکردی، برنامه‌ی تمرین ترکیبی، بی ثباتی عملکردی مچ پا

۱- کارشناسی ارشد حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران

۲- دکترای تخصصی حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشیار گروه حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران

۳- دکترای تخصصی حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، استادیار حرکات اصلاحی و آسیب شناسی ورزشی، دانشکده‌ی تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه خوارزمی، تهران

مقدمه

ورزش و شرکت در فعالیت بدنی به‌طور گسترده‌ای باعث بهبود شیوه‌ی زندگی می‌شود. تفریح، آرام‌سازی، مسابقه، بهبود عملکرد روانی و اجتماعی، ارتقای کیفیت زندگی، سلامتی و آمادگی جسمانی از جمله دلایل افراد برای شرکت در فعالیت بدنی می‌باشد (۱). اما با این وجود مطالعات نشان داده‌اند که ورزش و فعالیت بدنی با آسیب همراه است. این آسیب‌ها در اثر ضربه‌های شدید یا کشش‌های متمادی و بیش از حد در حین انجام حرکات ورزشی به وجود می‌آیند که در این میان آسیب‌های مفصل مچ پا، یکی از شایع‌ترین آسیب‌های بدن هنگام فعالیت بدنی به ویژه در بازی‌های تفریحی و تیمی مانند فوتبال، راگبی، والیبال، هندبال و بسکتبال است (۳و ۲). پیچ خوردگی مچ پا یک ناتوانی شایع است که می‌تواند بر عملکرد و فعالیت زندگی روزانه افراد تاثیر بگذارد (۴) فونگ و همکاران (۲۰۰۷) مروری سیستماتیک در مورد شیوع آسیب‌ها و پیچ‌خوردگی‌ها مچ پا در ورزش‌های مختلف انجام دادند، که شامل ۲۲۷ تحقیق بود که از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۰۵ در ۳۸ کشور در مورد شیوع آسیب‌های ورزشی در ۷۰ ورزش انجام‌شده بود. آن‌ها نشان دادند که مچ پا شایع‌ترین عضو آسیب‌دیده در ۲۴ ورزش از ۷۰ ورزش مورد مطالعه بود. از طرفی میزان بروز آسیب‌های مچ پا و پیچ‌خوردگی مچ پا در ورزش‌های انفرادی مانند کشتی و جودو و غیره، و همچنین در ورزش‌های تیمی مانند راگبی، فوتبال، والیبال، هندبال و بسکتبال بالابود (۵). پیچ خوردگی، در حقیقت آسیب لیگامنتی است که مفصل را حمایت می‌کند، بنابراین چنانچه فشار اعمال‌شده مفصل را به حرکتی بیش از محدوده‌ی طبیعی یا صفحه‌ی حرکتی آن وادار کند، احتمال بروز این آسیب وجود دارد (۶). پیچ خوردگی‌های مچ پا که به‌طور رایج در ورزشکاران مشاهده می‌شود، باعث بروز مشکلات و نیز نقص‌های عملکردی اجرایی مچ پا می‌گردد که در ادامه تاثیری مخرب بر فعالیت افراد خواهد داشت (۶). دو عامل اساسی در بی‌ثباتی مزمن مچ پا، بی‌ثباتی مکانیکی و عملکردی است. بی‌ثباتی مکانیکی شامل ضعف عضلانی و شلی مفصل می‌باشد. بسیاری از افراد هیچ نقص مکانیکی ندارند، ولی به علت وجود بی‌ثباتی عملکردی مکررا دچار پیچ‌خوردگی و کشیدگی‌های مچ پا می‌شوند (۷). به‌طورکلی ناپایداری مزمن مچ پا به ناپایداری مکانیکی و ناپایداری عملکردی مچ نسبت داده می‌شود (۸). با وجود اینکه ناپایداری مکانیکی و عملکردی ممکن است به‌صورت جداگانه وجود داشته باشند، اما ناپایداری مزمن مچ پا به علت وجود مجموعه‌ای از هر دوی آن‌هاست (۹ و ۸). در پژوهشی دیگر برای اولین بار مطرح شد که ضعف عضلات نازک‌نی از مهم‌ترین عوامل پیچ‌خوردگی مکرر مچ پا می‌باشد. از آن زمان تاکنون با ارزیابی نقص قدرت عضلات در افراد مبتلا به بی‌ثباتی آن را به‌عنوان یک عامل مستعدکننده معرفی شد (۱۲-۱۰). درحالی‌که مطالعات دیگری نیز ضعف عضلات نازک‌نی را در بروز بی‌ثباتی مزمن مچ پا رد کردند (۱۳). برخی محققین با بررسی گشتاور استریک و کانسنتریک مچ پا، وجود ضعف عضلات اورتور در افراد مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا را گزارش کردند (۱۴). تحقیقات نشان داده‌اند که هرگونه اختلال در تعادل قدرت عضلات موافق و مخالف مفصل را در معرض خطر قرار داده و منجر به عوارضی مانند کشیدگی و پارگی عضلات و تاندون‌ها می‌شوند. ضمن اینکه دردهای مزمن عضلانی اسکلتی و سندروم‌های ناشی از استفاده بیش‌ازحد عموما در ارتباط با عدم تعادل و قدرت عضلات می‌باشد (۱۵ و ۱۳). نتایج برخی تحقیقات نشان داده اند ورزشکارانی که دارای نسبت پایین قدرت عضلات اورشن به اینورشن یا دارای نسبت پایین قدرت عضلات دورسی فلکسور به قدرت عضلات پلانتار فلکسور هستند بیشتر در معرض اسپرین اینورژن در مچ پا می‌باشند (۱۶). تمرینات خاص ورزشی نقش مهمی در جهت ترمیم، بازسازی، بازیابی عملکرد تاندون‌ها و همچین لیگامان‌ها، استخوان‌ها و عضلات،

در مرحله‌ی توان‌بخشی دارد که باعث بهبودی، پیشگیری از آسیب‌دیدگی مجدد و بازگشت سریع ورزشکار به رقابت‌های ورزشی می‌شود. از این‌رو بررسی عوامل تداخلی گوناگون که باعث درمان یا کاهش عوارض در افراد با ناپایداری مزمن مچ پا می‌شود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۷). در تمرینات ترکیبی مطالعه حاضر تاکید بیشتر بر روی ترکیب تمرینات قدرتی، تعادلی و عصبی-عضلانی می‌باشد که تمرینات قدرتی با اعمال مقاومت به‌وسیله تراباند ایجاد شده است. بسیاری از مداخلات درمانی از جمله مطالعات متلر و همکاران و جین و همکاران اثرات استراتژی‌های درمان مانند تمرینات تعادل یا تمرینات قدرت را به‌صورت مجزا بررسی کرده و کمتر به بررسی برنامه تمرینی (ترکیبی) توجه کرده‌اند (۱۸ و ۸). تمرینات ترکیبی با ایجاد سازگاری‌های فیزیولوژیکی مناسب، می‌تواند نقش موثری در یادگیری مهارت فراخوانی واحدهای حرکتی، افزایش شکل‌پذیری قشر حرکتی و بهبود به کارگیری عضلات داشته باشد (۱۹). همچنین با افزایش تحریک‌پذیری قشری نخاعی ارتباط تنگاتنگی دارد (۲۰و ۱۹). از طرفی این تمرینات با توجه به تنوعی که برای آزمودنی ایجاد می‌کند می‌تواند باعث افزایش قابل ملاحظه‌ای در عملکرد شود. تمرینات ترکیبی برای پیشگیری از آسیب دیدگی، افزایش عملکرد و توانبخشی بعد از آسیب یا جراحی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این رو هدف از تحقیق حاضر بررسی تاثیر یک دوره برنامه‌ی تمرین ترکیبی (عصبی- عضلانی و قدرتی) بر قدرت عملکردی مچ پا در مردان فعال دارای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا بود.

روش بررسی

پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی و طرح تحقیق پیش آزمون پس آزمون با گروه کنترل است. آزمودنی‌ها به‌صورت هدف‌مند و با توجه به معیارهای ورود و خروج تحقیق انتخاب شدند. جامعه‌ی آماری تحقیق حاضر، شامل مردان فعال ۲۰ الی ۲۷ سال مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا در استان تهران و البرز بود. افرادی به‌عنوان ورزشکار فعال شناخته می‌شدند که به‌صورت منظم سه جلسه در هفته و هر جلسه حداقل یک و نیم ساعت به فعالیت بدنی می‌پرداختند. از میان جامعه‌ی آماری، بر اساس معیارهای ورود به تحقیق یک گروه ۳۰ نفره ورزشکار، مبتلا به بی‌ثباتی عملکردی مچ پا انتخاب شدند و به‌صورت تصادفی به دو گروه ۱۵ نفره تمرینات ترکیبی و کنترل (بدون تمرین) تقسیم شدند. تشخیص بی‌ثباتی عملکردی مچ پا با استفاده از پرسشنامه‌ی شاخص ناتوانی مچ پا و پا و شاخص ورزشی ناتوانی مچ و پا صورت گرفت. همه‌ی آزمودنی‌ها طی شش ماه اخیر سابقه‌ی آسپرین مچ پا داشتند و حداقل یک بار در این مدت زمان احساس خالی کردن مچ پا را تجربه کرده بودند. معیارهای خروج افراد از مطالعه، داشتن سابقه‌ی کمر درد، داشتن هرگونه سابقه‌ی جراحی در ستون فقرات یا اندام تحتانی، داشتن سابقه‌ی آسیب جدی در ستون فقرات و آسیب لیگامنتی یا منیسک زانو در یک سال گذشته، وجود ناهنجاری‌های اسکلتی عضلانی قابل مشاهده در اندام تحتانی مانند ژنووارووم، ژنووالگوم و پرونیشن مچ پا و فعالیت ورزشی شدید در ۲۴ ساعت قبل از انجام آزمون بود. قبل از اندازه‌گیری متغیرها، خلاصه‌ای از طرح تحقیق در فرم معرفی تحقیق برای آزمودنی‌ها توضیح داده شد، سپس غربالگری اولیه‌ی آزمودنی‌ها بر اساس معیارهای ورود و خروج تحقیق انجام شده و افرادی که مایل به همکاری بودند فرم رضایت‌نامه دریافت کردند. پس از شناسایی ورزشکاران واجد شرایط با استفاده از پرسش‌نامه مربوطه، آزمودنی‌ها براساس زمان اعلام شده قبلی به آزمایشگاه حرکات اصلاحی دانشگاه خوارزمی جهت انجام آزمون مراجعه کردند. در روز پیش آزمون پس از تکمیل فرم رضایت‌نامه توسط آزمودنی‌ها، اطلاعات زمینه‌ای آنها شامل قد، وزن، سن، سابقه‌ی ورزشی و رشته ورزشی در فرم جمع‌آوری اطلاعات ثبت شده و قدرت

عملکردی عضلات اورتور و اینورتور مچ پا در هر دو گروه (کنترل و تجربی) در پیش آزمون، مورد ارزیابی قرار می‌گرفت. پس از انجام پیش آزمون، افراد گروه تجربی هشت هفته تمرینات ترکیبی جامع که شامل تمرینات کششی؛ قدرتی (ایجاد مقاومت با تراباند قرمز رنگ)، عصبی عضلانی و عملکردی بود (۱۳) را به صورت ۸ هفته و هر هفته ۳ جلسه یک ساعته اجرا کردند. بعد از اتمام دوره‌ی زمانی این تمرینات، پس‌آزمون با شرایط پیش‌آزمون بر هر دو گروه کنترل و تجربی اجرا شد (جدول ۱).

جدول ۱: پروتکل تمرینی ترکیبی جامع

دامنه حرکتی	هفته اول تا سوم	هفته چهارم تا ششم	هفته هفتم تا هشتم
کشش عضله دوقلو	۱۵S×2	۲۰S × 3	۲۰S × 4
کشش عضله نعلی	۱۵S × 2	۲۰S × 3	۲۰S × 4
تمرینات قدرتی			
بلند کردن پاشنه پا از زمین	۲/۱۰	۳/۱۵	۴/۱۵
مقاومت به وسیله تراباند			
دورسی فلکشن	۲/۱۰	۳/۱۵	۴/۱۵
پلانتار فلکشن	۲/۱۰	۳/۱۵	۴/۱۵
اینورژن	۲/۱۰	۳/۱۵	۴/۱۵
اورژن	۲/۱۰	۳/۱۵	۴/۱۵
پلانتار فلکشن/اینورژن	۲/۱۰	۳/۱۵	۴/۱۵
پلانتارفلکشن/اورژن	۲/۱۰	۳/۱۵	۴/۱۵
دورسی فلکشن/اینورژن	۲/۱۰	۳/۱۵	۴/۱۵
دورسی فلکشن/اورژن	۲/۱۰	۳/۱۵	۴/۱۵
تمرینات عصبی عضلانی			
ایستادن تک پا	۵۰s × ۲	۶۰s × ۲	۶۰s × ۳
ایستادن تک پا همراه پرتاب توپ	۲/۱۰	۳/۱۰	۳/۱۵
پرتاب پا به سمت عقب (کیک بک	۲/۱۰	۳/۱۰	۳/۱۵
گام به پایین با تک پا در ۴ جهت	۱/۵	۲/۵	۲/۸
عملکرد حرکتی			
پرش مربع	۲/۸	۳/۶	۳/۸
کاریوکا	۱/۵ m×۱	۱/۵ m×۲	۱/۵ m×۳
جهش هشت لاتین(۸)	۲/۱	۱/۳	۴/۲

پرسشنامه‌ی شاخص ناتوانی مچ پا و پا و شاخص ورزشی ناتوانی مچ پا و پا: پرسشنامه‌های شاخص ناتوانی مچ پا و پا شامل ۳۴ سؤال بود؛ به‌گونه‌ای که ۴ سؤال مرتبط با درد و ۲۲ سؤال مرتبط با فعالیت است؛ اما پرسش‌نامه‌ی شاخص

ورزشی ناتوانی مچ پا و پا شامل ۸ سوال می‌باشد. هر سوال بر مبنای مقیاس پنج امتیازی لیکرت (از صفر تا ۴) امتیازبندی می‌شود. حداکثر امتیاز برای شاخص ناتوانی مچ پا و پا، نمره‌ی ۱۰۴ و برای شاخص ورزشی ناتوانی مچ پا و پا، نمره‌ی ۳۲ است و امتیازات به صورت درصد بیان می‌شود. افرادی به‌عنوان گروه با ناپایداری مزمن مچ پا شناخته شدند که یکی از شرایط زیر را دارا بودند: کسب نمره‌ی کمتر یا مساوی ۹۵ درصد در شاخص ناتوانی پا و مچ پا (FADI) و کسب نمره کمتر یا مساوی ۷۵ درصد در پرسش‌نامه‌ی شاخص ورزشی ناتوانی پا و مچ پا (FADI-S) روایی و پایایی این پرسش‌نامه متوسط تا خوب گزارش شده است (۰/۸۴-۰/۹۵)(۲۱).

ایزوکنتیک: برای ارزیابی قدرت عملکردی عضلات آزمودنی‌ها، از دستگاه ایزوکنتیک مدل بایودکس۳ استفاده شد. به‌منظور ارزیابی قدرت عضلات اورتور و اینورتو مچ پا، آزمودنی طوری روی صندلی قرار می‌گرفت که مچ پا در وضعیت ۱۰ درجه پلانتارفلکشن، زانو در زاویه ۳۰ تا ۴۰ درجه‌ی فلکشن و تکیه‌گاه صندلی در زاویه ۷۰ درجه ثابت می‌شد. دینامومتر و صندلی طوری تنظیم شده بودند که خط وسط پا در امتداد خط وسط استخوان کشکک قرار می‌گرفت. دامنه‌ی حرکت مچ پا در این آزمون از ۳۰ درجه‌ی اینورژن تا ۲۰ درجه اورژن بود و هر دو انقباض اکسنتریک و کانسنتریک در سرعت‌های زاویه‌ای ۶۰ و ۱۲۰ درجه بر ثانیه مورد ارزیابی قرار می‌گرفت. اکثر مطالعات روایی و پایایی دستگاه ایزوکنتیک را (۰/۹۵-۸۶) گزارش کرده‌اند (۲۲) (تصویر ۱).

تصویر ۱: ارزیابی قدرت عملکردی عضلات با استفاده از دستگاه ایزوکنتیک مدل بایودکس۳

تجزیه و تحلیل آماری: اطلاعات به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۲۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از آمار توصیفی برای به‌دست آوردن میانگین و انحراف معیار استفاده شد. جهت بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف اسمیرنوف و جهت مقایسه گروه‌ها از آزمون کوواریانس با سطح معنی‌داری ۰/۹۵ درصد استفاده گردید. همچنین برای به‌دست آوردن تفاوت درون گروه‌ها از آزمون تی وابسته استفاده گردید.

یافته ها

خصوصیات مربوط به سن، قد، وزن، شاخص توده‌ی بدن

نمونه‌های مورد آزمایش و پرسش‌نامه شاخص نانوانی مچ پا و پا در جدول ۲ ارائه شده است. از طرفی به‌منظور نرمال بودن توزیع داده‌ها از آزمون آماری کولموگروف اسمیرنوف (k-s) استفاده شد.

جدول ۲: مشخصات عمومی آزمودنی‌ها (میانگین و انحراف استاندارد)

متغیر	گروه تجربی (میانگین ± انحراف استاندارد)	گروه کنترل (میانگین±انحراف معیار)
سن (سال)	۲۰/۰۰±۳/۷۲	۲۱/۵۰±۲/۹٤
قد (سانتی‌متر)	۱۸۵/۸۰±۸/۲۵	۱۸۳/۵۰±۵/۵۷
وزن (کیلوگرم)	۸۰/۷۵±۷/۳٦	۷۸/۰۰±۵/۸٤
BMI	۲۱/٦۰±۲/۵۰	۲۲/۷۸±۳/۲۱
FADI-S	۶۸/۵±۱۱/۲	۶۶/۸±۹/۴
FAI	۸۵/۵±۸/۵	۸۲/۴±۷/۴

جدول ۳: نتایج آزمون آماری کوواریانس

متغیر		میانگین مجذورات	F	سطح معنی داری
اینورژن	کانسنتریک ۶۰	۱۷۴/۸۴	۸۸/۴۷	۰/۰۲*
	اکسنتریک ۶۰	۱۲۶/۱۵۸	۲۴/۶۷	۰/۰۱*
	کانسنتریک ۱۲۰	۱۴۴/۷۱۹	۶۲/۷۶	۰/۰۱*
	اکسنتریک ۱۲۰	۷۶/۴۱۴	۲۲/۴۳	۰/۰۱*
اورژن	کانسنتریک ۶۰	۴۴/۱۹۸	۷۹/۱۰۸	۰/۰۳*
	اکسنتریک ۶۰	۳۳۲/۵۸	۹۰/۳۰	۰/۰۱*
	کانسنتریک ۱۲۰	۶۰/۶۹	۹۵/۸۳	۰/۰۲*
	اکسنتریک ۱۲۰	۳۷۷/۸۵	۳۱۸/۴	۰/۰۴*
اینورژن به وزن بدن	کانسنتریک ۶۰	۷۱۳/۳۴۳	۴۹/۳۹	۰/۰۱*
	اکسنتریک ۶۰	۱۰۶/۷۷۸	۴۷۰/۶۳	۰/۰۱*
	کانسنتریک ۱۲۰	۸۰۱/۲۰۴	۸۲۶/۴۶	۰/۰۱*
	اکسنتریک ۱۲۰	۱۱۴/۲۴۶	۹۵۸/۱۰۹	۰/۰۱*
اورژن به وزن بدن	کانسنتریک ۶۰	۲۸/۱۷۱	۹۳/۵۵	۰/۰۴
	اکسنتریک ۶۰	۱۷۱/۲۳۲	۷۱۶/۴۱	۰/۰۱*
	کانسنتریک ۱۲۰	۸۷۴/۱۸	۷۳۷/۵۰	۰/۰۳*
	اکسنتریک ۱۲۰	۸۴/۱۸۳	۲۹/۱۰	۰/۰۲*

** وجود اختلاف معنی‌دار*

نتایج حاصله از جدول ۳ (تحلیل کوواریانس) اختلاف معنی‌داری را بین گروه‌ها نشان داد. در نتیجه فرض صفر رد شده و فرض آماری تایید می‌گردد.

جدول ۴: مقایسه میانگین نمرات قدرت عملکردی در گروه‌های کنترل و تجربی قبل و بعد از برنامه تمرینی با استفاده از آزمون تی همبسته

زمان آزمون			قبل از تمرین		بعد از تمرین			
	متغیر	گروه	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	T	معنی‌داری
اینورژن	کانسنتریک ۶۰	کنترل	۲۲/۴۴	۶/۳۶	۲۲/۷۹	۶/۲۳	۱/۷۰	۰/۱۱
		تجربی	۲۲/۰۷	۵/۵۱	۲۷/۲۸	۴/۹۹	۱۰/۶۱	*۰/۰۲
	اکسنتریک ۶۰	کنترل	۳۳/۷۵	۵/۹۳	۳۳/۸۵	۵/۹۰	۰/۴۳	۰/۶۷
		تجربی	۳۳/۶۰	۶/۳۵	۳۸/۳۰	۵/۶۹	۸/۶۹	*۰/۰۱
	کانسنتریک ۱۲۰	کنترل	۲۰/۱۰	۷/۰۵	۲۰/۳۷	۶/۹۰	۱/۴۰	۰/۱۸
		تجربی	۲۰/۲۰	۴/۸۴	۲۴/۸۵	۴/۳۳	۹/۶۴	*۰/۰۳
	اکسنتریک ۱۲۰	کنترل	۳۰/۰۹	۶/۶۹	۳۰/۴۶	۶/۷۱	۱/۶۹	۰/۱۱
		تجربی	۲۸/۸۵	۷/۴۳	۳۶/۸۸	۶/۷۳	۶/۹۳	*۰/۰۱
اورژن	کانسنتریک ۶۰	کنترل	۱۸/۴۵	۳/۵۱	۱۸/۸۵	۳/۵۴	۱/۹۷	۰/۰۶
		تجربی	۱۷/۳۷	۴/۵۱	۲۲/۹۰	۴/۹۴	۱۲/۶۹	*۰/۰۱
	اکسنتریک ۶۰	کنترل	۳۴/۱۴	۴/۱۱	۳۴/۳۶	۳/۵۲	۰/۷۹	۰/۴۴
		تجربی	۳۵/۳۳	۵/۶۸	۳۸/۳۴	۶/۰۹	۷/۴۸	*۰/۰۱
	کانسنتریک ۱۲۰	کنترل	۱۴/۶۰	۲/۷۸	۱۴/۷۲	۲/۷۷	۰/۶۴	۰/۵۳
		تجربی	۱۶/۰۸	۳/۷۳	۱۹/۱۶	۳/۳۱	۱۰/۲۵	*۰/۰۳
	اکسنتریک ۱۲۰	کنترل	۲۹/۸۶	۶/۶۵	۳۲/۲۲	۶/۸۰	۰/۱۳	۱/۵۷
		تجربی	۳۱/۸۸	۶/۷۸	۳۶/۹۷	۵/۵۸	۵/۱۴	*۰/۰۱
اینورژن به وزن بدن	کانسنتریک ۶۰	کنترل	۲۹/۰۷	۸/۷۰	۲۸/۵۲	۸/۶۱	-۰/۸۰	۰/۴۳
		تجربی	۲۸/۶۷	۸/۰۵	۳۴/۹۳	۷/۷۳	۷/۳۲	*۰/۰۴
	اکسنتریک ۶۰	کنترل	۴۳/۴۸	۶/۹۸	۴۳/۶۰	۶/۷۰	۰/۸۰	۰/۴۳
		تجربی	۴۵/۸۸	۹/۲۹	۴۹/۴۷	۷/۵۷	۵/۸۲	*۰/۰۱
	کانسنتریک ۱۲۰	کنترل	۲۵/۵۳	۷/۹۸	۲۵/۸۲	۸/۱۶	۱/۶۳	۰/۱۲
		تجربی	۲۶/۷۴	۷/۲۳	۳۲/۲۳	۶/۷۸	۷/۳۵	*۰/۰۳
	اکسنتریک ۱۲۰	کنترل	۳۸/۵۴	۸/۹۵	۳۸/۷۴	۹/۰۱	۲/۰۰	۰/۰۶
		تجربی	۳۹/۴۰	۸/۶۰	۴۵/۳۰	۸/۲۰	۱۰/۹۹	*۰/۰۱
اورژن به وزن بدن	کانسنتریک ۶۰	کنترل	۲۴/۵۹	۴/۳۶	۲۴/۹۲	۴/۲۲	۱/۴۸	۰/۱۶
		تجربی	۲۴/۴۰	۶/۹۴	۲۹/۵۲	۷/۲۵	۸/۷۲	*۰/۰۱
	اکسنتریک ۶۰	کنترل	۴۶/۰۸	۵/۵۲	۴۶/۲۰	۵/۳۹	۱/۰۹	۰/۲۹
		تجربی	۴۶/۳۴	۷/۰۴	۵۲/۰۴	۸/۴۴	۶/۷۱	*۰/۰۱
	کانسنتریک ۱۲۰	کنترل	۱۹/۳۵	۳/۸۰	۱۹/۵۳	۳/۸۲	۱/۹۶	۰/۰۷
		تجربی	۲۱/۷۲	۴/۹۵	۲۳/۴۵	۴/۶۶	۸/۲۲	*۰/۰۲
	اکسنتریک ۱۲۰	کنترل	۳۸/۴۷	۸/۹۷	۳۸/۹۶	۸۰۵۶	۰/۵۰	۰/۶۲
		تجربی	۴۱/۱۴	۹/۷۰	۴۶/۳۶	۱۰/۱۵	۴/۳۲	*۰/۰۲

**وجود اختلاف معنی‌داری*

نتایج حاصله از جدول ۴ حاکی از آن است که بین میانگین نمرات متغیرهای مذکور در گروه تجربی، قبل و پس از برنامه تمرینی تفاوت معنی‌داری وجود دارد، در حالی که در گروه کنترل این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

بحث

نتایج این تحقیق با نتایج مطالعات جونگ و همکاران (۲۳)، سکایر و همکاران (۲۴)، داچرتی و همکاران (۲۵)، شجاع الدین و همکاران (۲۶) هم‌سو می‌باشد. جونگ و همکاران (۲۰۱۴) طی مطالعه‌ای به بررسی اینکه کدام درمان برای بی‌ثباتی عملکردی مچ پا مؤثرتر است (تقویتی یا ترکیب تقویت عضلات و تمرینات حس عمقی) پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که اوج گشتاور بین گروه‌ها در سرعت زاویه‌ای ۶۰ درجه بر ثانیه در حرکت‌های دورسی فلکشن، پلانتارفلکشن اینورژن و اورژن معنی‌دار بود. همچنین نتایج حاصل از آزمون‌های تعقیبی نشان داد که ترکیب تمرینات تقویتی با حس عمقی در مقایسه با تمرینات تقویتی به صورت مجزا بیشتر موثر بود (۲۳). همچنین سکایر و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیقی دیگر تاثیر تمرینات ایزوکنتیک بر قدرت ورزشکاران با بی‌ثباتی عملکردی مچ پا را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد تمرینات ایزوکینتیک اثر مثبتی بر پارامترهای قدرت، ورزشکاران با بی‌ثباتی مچ پا داشت (۲۴). از طرفی داچرتی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که شش هفته تمرینات قدرتی مقاومتی در افراد دارای ناپایداری عملکردی مچ پا باعث بهبود در قدرت عضلات اورشن و دورسی فلکشن شده است که این بهبود را به افزایش فعالیت دوک‌های عضلانی نسبت داده‌اند (۲۵). با اینکه پروتکل تمرینی مورد استفاده با پروتکل تمرینی این تحقیق متفاوت است، اما نتایج تحقیق حاضر با نتایج این تحقیق هم‌سو می‌باشد. همچنین شجاع الدین و همکاران طی مطالعه‌ای به بررسی تاثیر اجرای یک دوره تمرین قدرتی بر میزان نسبت قدرت عضلات اینورتور به اورتور در بازیکنان فوتبال مبتلا به بی‌ثباتی مزمن مچ پا پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که ضعف عضلات اورتور می‌تواند یکی از عوامل بی‌ثباتی باشد و تمرینات قدرتی پیش‌رونده می‌تواند باعث بهبود نسبت قدرت عضلات اورتور به اینورتور در مچ پای دچار بی‌ثباتی گردد (۲۶). از طرفی با نتایج مطالعات کامینسکی و همکاران (۲۰۰۳) که گزارش کردند که شش هفته تمرینات مقاومتی تدریجی، تاثیری بر قدرت افراد دارای ناپایداری عملکردی مچ پا ندارد (۱۵) و برنت و همکاران که نشان داد تمرینات قدرتی تاثیری بر بهبود قدرت عضلات اینورژن و اورژن مچ پا ندارد، ناهمسو می‌باشد (۲۷). از جمله دلایل مغایرت نتایج می‌توان به تفاوت در جامعه آماری و تعداد نمونه‌ها، پروتکل تمرینی مورد استفاده و شیوه ارزیابی متغیرها اشاره کرد که در تحقیق کامینسکی از پروتکل تمرینات مقاومتی تدریجی با استفاده از باندهای الاستیستی تراباند بر روی قدرت افراد دارای ناپایداری عملکردی مچ پا استفاده شده است و در تحقیق برنت شش هفته تمرین قدرتی مورد استفاده قرار گرفته است و این در شرایطی است که در تحقیق حاضر از هشت هفته تمرینات ترکیبی جامع شامل تمرینات کششی، قدرتی، عصبی-عضلانی و عملکردی استفاده گردیده است. در مفصل پا گروه‌های عضلانی موافق و مخالفی که استحکام مفصل را فراهم می‌کنند شامل دو گروه عضلانی خم کننده-بازکننده و چرخش دهنده‌های داخلی و خارجی مچ پا می‌باشند. اختلال در عملکرد این سیستم منجر بهم خوردن تعادل قدرت این عضلات شده و در نتیجه بی‌ثباتی در مفصل به وجود می‌آید (۲۲). با توجه به مکانیزم آسیب دیدگی، دو نظریه در خصوص ارتباط قدرت این عضلات و بی‌ثباتی مچ پا مطرح شده است. براساس تئوری اول، چرخش دهنده‌های خارجی با انقباض برون‌گرای خود گشتاور درونی ایجاد شده در حین پیچ‌خوردگی داخلی مچ پا را کنترل می‌کند، در نتیجه از کشیده شدن بیش از حد رباط‌های خارجی مچ پا جلوگیری

می‌شود. بر اساس تئوری دوم چرخاننده‌های خارجی مچ با انقباض برون‌گرای خود جابه‌جایی خارجی استخوان درشت نی در زنجیره بسته حرکتی را کنترل می‌کند، در نتیجه مانع گشتاور بیرونی در ساختمان‌های خارجی مچ پا می‌شوند (۲۸). بسیاری از مطالعات نقص قدرت عضلات عمل کننده در مچ پا را با خطر وقوع پیچیدگی مچ پا مربوط دانسته‌اند (۴). یکی از دلایل احتمالی بهبود قدرت در نتیجه برنامه‌ی تمرین در مطالعه‌ی حاضر را می‌توان به افزایش قدرت عضلات اندام تحتانی آزمودنی‌ها پس از شرکت در برنامه تمرین قدرتی مرتبط نمود. به نظر می رسد علت اصلی افزایش قدرت در چند هفته‌ی اول تمرینات قدرتی، تطابق در سیستم عصبی است و تصور بر این است که تغییرات مشاهده شده در ۶ تا ۸ هفته اول، به علت تطابق‌های سیستم عصبی باشد، اما در این زمینه توافق کاملی وجود ندارد (۲۹). محققین اعلام نموده‌اند که تطابق سیستم عصبی به طرق زیر سبب افزایش قدرت می‌شود: نخست اینکه واحدهای حرکتی تند انقباض و بزرگ فقط در مواقعی که به نیروهای بزرگ احتیاج است وارد عمل می‌شوند (۳۰)، لذا پیشنهاد شده است که در حین انقباضات ارادی حداکثر، برخی از این واحدها در افراد تمرین نکرده هرگز فعال نمی‌شوند. بنابراین تمرین به‌عنوان راهی برای تسهیل وارد عمل شدن این واحدهای حرکتی تند انقباض و بزرگ می باشد. از طرفی ممکن است تغییرات در الگوی تحریک الکتریکی واحدهای حرکتی یا در فرکانس تحریک و یا در هم‌زمانی وارد عمل شدن واحدهای حرکتی بروز کند و از این طریق باعث افزایش قدرت می شود. و از سوی دیگر فرآیند برداشتن مهار خودبه‌خودی به طور طبیعی سازوکارهای فیدبک درونی (مانند اندام وتری گلژی)، بدن را در تولید تنش‌های بزرگ مهار می‌سازد. اما زمانی که از طریق تمرینات قدرتی، بدن در معرض سطوح بالایی از تنش قرار می‌گیرد، حساسیت این ارگان‌ها، ممکن است از طریق فرآیند برداشتن مهار خودبه‌خودی کاهش یابد و به فرد اجازه دهد تا به ظرفیت تولید نیروی حداکثر مطلق بدن نزدیک شود و در نهایت اینکه با ماهرتر شدن سیستم عصبی همگام با تکرار تمرین، هماهنگی عضلات افزایش می‌یابد و این موضوع، عملکرد را تسهیل می‌سازد.

از سوی دیگر، احتمالا تمرینات قدرتی استفاده شده در مطالعه‌ی حاضر از طریق اعمال استرس بر سیستم‌های عصبی- عضلانی باعث افزایش قدرت شده است. زیرا طبق نظریه‌ی عملکرد سیستمی، توانایی کنترل وضعیت بدن ناشی از اثر متقابل و پیچیده سیستم عصبی و سیستم استخوانی عضلانی است. این سیستم کنترل پاسچر، حفظ تعادل و متعاقب آن ایجاد حرکت را مستلزم تداخل داده‌های حسی برای تشخیص موقعیت بدن در فضا و نیز توانایی سیستم عضلانی- اسکلتی برای اعمال نیرو می‌دادند (۲۸). سیستم حسی- حرکتی مکانیزم‌های دخیل در دریافت تحریک حسی و تبدیل آن به سیگنال عصبی، انتقال آن از طریق مسیرهای آوران به سیستم عصبی مرکزی، روند تلفیق به وسیله‌ی مراکز مختلف در سیستم عصبی مرکزی و پاسخ‌های حرکتی که منجر به فعالیت عضلانی برای انجام فعالیت‌های عملکردی و ثبات مفصلی می‌شوند را در بر می‌گیرد. آوران‌های عصبی اجزای مهمی برای کنترل حرکتی هستند و دوک‌های عضلانی که گیرنده‌های حسی عضله می‌باشند به میزان زیادی تحت تاثیر اطلاعاتی قرار می‌گیرند که از طریق آوران‌های مفصلی مخابره می‌شوند. بدین معنی که یک ارتباط مفصلی-تاندونی- عضلانی به‌صورت یک پاسخ وابران به پیام‌های آوران که باعث کنترل پویای مفصل می‌شوند بیان می‌گردد که از این طریق می‌تواند بر سیستم عضلانی تاثیر گذارد. از دیگر عوامل افزایش قدرت عضلات در افراد دارای ناپایداری عملکردی مچ پا تغییرات زیست شیمیایی و ترکیبی در عضله بر اثر تمرینات ترکیبی جامع است که شامل افزایش تراکم کراتین، آدنوزین تری فسفات و گلیکوژن عضله، فعالیت‌های آنزیمی گلیکولیز، فعالیت‌های آنزیمی چرخه کربس، تعداد تارچه‌ها در

هر تار عضله، کل پروتئین قابل انقباض، تراکم مویرگی، نسوج همبند و تعداد تارهای عضله است (۳۰).

نتیجه گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که برنامه‌ی تمرینات ترکیبی (قدرتی و عصبی- عضلانی) بر افزایش قدرت عضلات اورتور و اینورتور ورزشکاران مرد دارای ناپایداری عملکردی مچ پا تاثیر معنی‌داری دارد. بنابراین افزودن برنامه‌های تمرینات ترکیبی جامع به برنامه‌های درمانی توانبخشی مردان دارای ناپایداری عملکردی مچ پا جهت تسهیل محدودیت ناشی از این آسیب مانند نقص کنترل پاسچر و پایداری توصیه می‌شود. همچنین به دلیل ارزان بودن، قابل دسترس بودن ابزار تمرینات ترکیبی و یادگیری آسان و انجام آنها به صورت تمرینات خانگی، اجرای تمرینات ترکیبی به افراد دارای ناپایداری عملکردی مچ پا توصیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

این پژوهش برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی دانشگاه خوارزمی تهران می‌باشد. بدین وسیله از اساتید محترم گروه آسیب شناسی و بیومکانیک ورزشی و همچنین فدراسیون پزشکی ورزشی تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1- Arendt E. Musculoskeletal injuries of the knee are females at greater risk? *Minnesota Med.* 2007; 90: 38.

2- Zhang S, Wortley M, Silvernail J, Carson D, Paquette M. Do ankle braces provide similar effects on ankle biomechanical variables in subjects with and without chronic ankle instability during landing? *J Sport Health Sci*. 2012; 1: 114-20.

3- Hiller C, Nightingale E, Raymond J, et al. Prevalence and impact of chronic musculoskeletal ankle disorders in the community. *Arch Phys Med and Rehabil.* 2012; 93: 1801-7.

4- Beynnon D, Murphy DF, Alosa DM: Predictive factors for lateral ankle sprains: a literature review. *J Athl Train.* 2002; 37: 376.

5- Fong DTP, Hong Y, Chan LK, Yung PSH, Chan KM. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. *Sports Med.* 2007; 37: 73-94.

6- Boling MC, Padua DA, Alexander Creighton R. Concentric and eccentric torque of the hip musculature in individuals with and without patellofemoral pain. *J Athl Train.* 2009; 44: 7-13.

7- Brech GC, Ciolac EG, Secchi LLB, Alonso A, Greve J. The effects of motor learning on clinical isokinetic performance of postmenopausal women. *Maturities.* 2011; 70: 379-82.

8- Delahunt E, Coughlan GF, Caulfield B, Nightingale EJ, Lin C, Hiller CE. Inclusion criteria when investigating insufficiencies in chronic ankle instability. *Med Sci Sports Exerc.* 2010; 42: 2106-21.

9- Docherty CL, Arnold BL, Gansneder BM, Hurwitz S, Gieck J. Functional-performance deficits in volunteers with functional ankle instability. *J Athl Train.* 2005; 40: 30.

10- Docherty CL, McLeod TCV, Shultz SJ. Postural control deficits in participants with functional ankle instability as measured by the balance error scoring system. *Clin J Sport Med.* 2006; 16: 203-208.

11- Elis E, Rosenbaum D. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Sport Med.* 2001; 33: 1991-8.

12- Brown C, Padua D, Marshall SW, Guskiewicz K. Individuals with mechanical ankle instability exhibit different motion patterns than those with functional ankle instability and ankle sprain copers. *Clin Biomech.* 2008; 23: 822-31.

13- Hale SA, Hertel J, Olmsted-Kramer LC. The effect of a 4-week comprehensive rehabilitation program on postural control and lower extremity function in individuals with chronic ankle instability. *J Orthopedic & Sports Phys Ther.* 2007; 37: 303-11.

14- Holmes A, Delahunt E. Treatment of common deficits associated with chronic ankle instability. *Sports Med.* 2009; 39: 207-24.

15- Kaminski TW, Buckley B, Powers M, Hubbard T, Ortiz C. Effect of strength and proprioception training on eversion to inversion strength ratios in subjects with unilateral functional ankle instability. *British J Sports Med.* 2003; 37: 410-5.

16- Kaminski TW, Hartsell HD. Factors contributing to chronic ankle instability: a strength perspective. *J Athl Train.* 2002; 37: 394.

17- Kofotolis ND, Kellis E, Vlachopoulos SP. Ankle sprain injuries and risk factors in amateur soccer players during a 2-year period. *Am J Sports Med.* 2007; 35: 458-66.

18- Konradsen L. Factors contributing to chronic ankle instability: kinesthesia and joint position sense. *J Athl Train.* 2002; 37: 381.

19- Levangie PK, Norkin CC. Joint structure and function a comprehensive analysis: 2011.

20- Mattacola CG, Dwyer MK. Rehabilitation of the ankle after acute sprain or chronic instability. *J Athl Train.* 2002; 37: 413.

21- Pop M, Chinn L, Mulimeaux D, Mckeon PO, Drewes L, Hertel J. Spatial postural control alterations with chronic ankle instability. *Grait Posture*. 2011; 34: 154-8.

22- Page P, Frank C, Lardner R. Assessment and treatment of muscle imbalance: the Janda approach: Hum Kinetics; 2010.

23- Ki Jong, Young Eo, Hyun Ju, Jin Su. Which treatment is more effective for functional ankle instability: strengthening or combined muscle strengthening and proprioceptive exercise. *J Phys Ther.* 2014: 26: 385-8.

24- Sekir U, Yildiz Y, Hazneci B, Ors F, Aydin T: Effect of isokinetic training on strength, functionality and proprioception in athletes with functional ankle instability. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy. 2007; 15: 654-664.

25- Docherty LC, Moore JH. Effect of strength training on strength development and joint position sense in functionally unstable ankles. *J Athletic Train*. 2007, 33:310-4

26- Turkamani S, Sadeghi, H, Shojaedin S. The effect of the implementation of strength training

on muscle strength ratios overture to the inverter on football players with chronic ankle instability. *Science Exercises*. 1386; 2: 39-45.

27- Brent T, Emery C, Hrysomallis C. The effectiveness of resisted movment training on spirinting and jumping performance. *J Strength Cond Res*. 2012: 34; 150-9.

28- Shumway-Cook A, Woollcott MH: Motor control: theory and practical applications, Williams & Wilkins Baltimore; 1995.

29- Stane ML, Powers ME. The effects of plyometric training on selected measures of leg strength and power when compared to weight training and combination weight and plyometric training. *J Athl Train*. 2005; 42: 186-92

30- Ouellette MM, NK LeBrasseur, JF Bean, E Phillips" High-intensity resistance training improves muscle strength, self-reported function, and disability in long-term stroke survivors". *Stroke*. 2004, 6:

Effectiveness of an Eight-Week- Comprehensive Combined Program on Functional Strength of the Active Men with Functional Ankle Instability

Ranjbarzadeh F[1], Shojaedin SS[1], Moradi M[1], Letafatkar A[1]

[1]Dept. of Corrective Exercise and Sport Injury, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

Corresponding Author: Ranjbarzadeh F, Dept. of Corrective Exercise and Sport Injury, Faculty of Physical Education and Sport Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran

E-mail: farhad.ranjbar8@gmail.com

Received: 10 May 2017 **Accepted:** 30 July 2017

***Background and Objective*:** People with functional ankle instability face various complications which entail quick actions via multifaceted and combined exercises. Therefore, the main objective of this semi-experimental research was to determine the effectiveness of the comprehensive combined programs on functional strength of ankle in active men with functional ankle instability.

***Materials and Methods*:** The subjects of this research were active university men with functional ankle instability (with a mean age and standard deviation of 20.00 ± 3.72 year and mean height of 185.85 ± 8.55 cm), of whom 30 were selected and randomly assigned to experimental and control groups (15 in the control group and 15 in the experimental group). The experimental group performed eight weeks of combined exercises, mostly neuro-muscular and strength training exercises (using red Tera band), for eight weeks and three sessions per week for one hour. The research variable was the functional strength of the ankle muscles. The instruments for collecting research data were isokinetic biodex system3, and foot ankle inability index questionnaire. To figure out the normality of inputs, Kolmogorov-Smirnov test was used and to compare groups, Covariance test was run and to attain differences within groups, paired t-test was used.

Results: Results showed significant differences before and after the exercise program in the experimental group. However, in the control group these changes were not statistically significant.

Conclusion: The results of the current research showed that combined program can be effective and reliable in improving functional strength of agonist and antagonist muscles.

Keywords: Functional strength, Functional ankle instability, Comprehensive combined program