

## اثرات تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته بر دقت حس عمقی مفصل آرنج در دختران والیبالیست

فاطمه دهقان<sup>۱</sup> (M.Sc)، رز فولادی<sup>۲\*</sup> (Ph.D)، محمد فلاح محمدی<sup>۱</sup> (Ph.D)

۱- گروه علوم ورزشی، دانشکده علوم انسانی، موسسه آموزش عالی شفق تنکابن، تنکابن، ایران

۲- گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۲۱

ro.fouladi@umz.ac.ir

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۱۵۴۴۹۶۱

### چکیده

هدف: هدف مطالعه حاضر بررسی اثر آنی تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته بر حس عمقی آرنج دختران والیبالیست سالم بوده است.

مواد و روش‌ها: چهل و پنج دختر نوجوان والیبالیست در این مطالعه شرکت کردند. آن‌ها به صورت تصادفی به سه گروه زنجیره حرکتی باز، زنجیره حرکتی بسته و گروه بدون تمرین (کنترل) تقسیم شدند. حس وضعیت مفصل آرنج در زاویه ۳۰ درجه فلکشن به کمک سیستمی متشکل از مارکرهای پوستی، عکس برداری دیجیتال ارزیابی شد. خطای مطلق بازسازی با استفاده از نرم‌افزار اتوگن، قبل و بعد از انجام تمرینات محاسبه شد.

یافته‌ها: میانگین خطای مطلق بازسازی زاویه، قبل از تمرینات بین سه گروه اختلاف معنی‌داری نداشت ( $P=0/412$ ). با این وجود، اختلاف معنی‌دار در خطای مطلق بازسازی، بین گروه‌ها پس از انجام تمرینات دیده شد ( $P=0/042$ ) که همراه با اختلاف خطای مطلق بیش‌تر در مقایسه دو گروه زنجیره حرکتی باز و گروه کنترل ( $P=0/012$ ) بود.

نتیجه‌گیری: اگر چه هر دو دسته تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته بر دقت حس عمقی مفصل آرنج تأثیرگذار بودند، چنین به نظر می‌رسد که انجام تمرینات زنجیره حرکتی باز در ارتقای دقت حس عمقی مفصل آرنج موثرترند و شاید بتوان آن‌را روش بهتری برای کاهش آسیب‌های ورزشی در اندام فوقانی والیبالیست‌ها معرفی کرد.

واژه‌های کلیدی: حس عمقی، مفصل آرنج، والیبالیست، زنجیره حرکت شناسی، زنان

### مقدمه

حس عمقی آگاهی ما از وضعیت بدن و حرکات است که شامل حس وضعیت مفصل joint position sense، حس حرکت kinesthesia و حس فشار sense of force می‌باشد. تحریکات حس عمقی از طریق گیرنده‌های مکانیکی متعدد در پوست، عضلات، مفاصل، لیگامنت‌ها و تاندون‌ها و همچنین سیستم وستیبولار در گوش داخلی و چشم‌ها به سیستم مرکزی می‌رسند و به ما اجازه می‌دهد بدون استفاده مستمر از هوشیاریمان، توانایی‌های متنوعی داشته باشیم [۱-۴]. در نتیجه، از دست دادن حس عمقی منجر به خطاهای سیستمیک بزرگ از جمله نقص در برنامه‌ریزی حرکتی مفاصل می‌شود [۴]. ارتباط متقابلی بین سطح حساسیت حس عمقی و دست‌آوردهای ورزشکاران وجود دارد و حس عمقی بهتر، منجر به دست‌آوردهای بیش‌تری در دامنه و دقت حرکات

مفاصل می‌شود [۵]. چنین مشاهده شده است که حس عمقی در قسمت‌هایی از بدن که به‌طور مستقیم درگیر فعالیت ورزشی بوده‌اند، توسعه یافته‌تر است [۶] و موفقیت در عملکرد و حرکات یک مفصل به قابلیت حس حرکت و حس عمقی ساختارهای اسکلتی-عضلانی آن بستگی دارد [۷]. در مطالعه‌ی Kohl و Baltaci (۲۰۰۳) بیان شده است که تمرینات حس عمقی به اطلاعاتی که در لیگامنت‌ها، عضلات، تاندون‌ها و مکانورسپتورهای اطراف زانو وجود دارند، اطلاعاتی درباره‌ی تغییر وضعیت و حرکت ورزشکار در رابطه با اصلاح هر گونه حرکت ناگهانی در مفاصل مرکب اضافه می‌کند که می‌تواند تأثیر مستقیم بر جلوگیری از هر گونه آسیب جدی در زانو حین فعالیت‌های ورزشی داشته باشد [۸].

تمرینات سبک ورزشی و استفاده از اثرات آنی آن‌ها در قالب گرم کردن مفاصل و اندام‌ها قبل از فعالیت‌های رقابتی، از جمله تمرینات پذیرفته شده در محیط مدرن ورزشی است و

## مواد و روش‌ها

این مطالعه به روش نیمه تجربی و به صورت نمونه‌گیری در دسترس انجام شد. کلیه مراحل اجرای این مطالعه توسط کمیته اخلاق دانشگاه مازندران تایید و تصویب شد و دارای کد اخلاق IR.UMZ.REC.1397.073 می‌باشد. در ابتدا افراد از طریق مصاحبه جذب شدند و سپس به صورت تصادفی در سه گروه: ۱. تمرینات زنجیره حرکتی باز ۲. تمرینات زنجیره حرکتی بسته ۳. بدون تمرین (گروه کنترل) قرار گرفتند. آزمودنی‌ها برای ورود به مطالعه یک رضایت‌نامه پر کردند، اطلاعات دموگرافیک و سابقه‌ی ورزشی آن‌ها یادداشت شد و پس از آن آموزش لازم جهت انجام کار به آن‌ها داده شد. آزمودنی‌ها شامل ۴۵ دختر نوجوان والیبالیست سالم یکی از باشگاه‌های شهرستان لاهیجان بودند که حداقل ۲ سال سابقه‌ی فعالیت ورزشی مداوم داشتند و هیچ‌گونه سابقه آسیب‌دیدگی اندام فوقانی در سه ماهه اخیر و یا آثاری از آسیب‌های گذشته نداشتند.

اندازه‌گیری حس وضعیت مفصل آرنج به روش ارزیابی زاویه هدف و بازسازی آن در وضعیت ایستاده انجام شد و زاویه مفصل آرنج با استفاده از سیستمی متشکل از مارکرگذاری پوستی، عکس‌برداری دیجیتال و محاسبه با نرم‌افزار اتوکد انجام گرفت [۱۶].

برای انجام مارکرگذاری آزمودنی‌ها از یک تاپ ورزشی به گونه‌ای که اندام فوقانی بدون پوشش باشد استفاده کردند و روی یک صندلی در حالت راحت قرار گرفتند و مارکر پوستی قرمز رنگ با قطر ۳ سانتی‌متر روی لندمارک‌های استخوانی چسبانده شد که شامل: لبه‌ی خارجی آکرومیون، اپی‌کندیل خارجی هومروس و ناحیه پستی مفصل رادیوولنار پایینی بودند [۱۷]. از آن‌جا که در مطالعات گذشته، عدم تفاوت حس وضعیت مفصل بین اندام غالب و غیرغالب بررسی شده است [۱۸] لذا آزمونگر آرنج راست را به منظور ارزیابی انتخاب کرده است.

از دوربین عکاسی Canon 550D با رزولاسیون ۵ مگاپیکسل به منظور عکس‌برداری استفاده شد. دوربین در تمام مراحل عکس‌برداری در فاصله‌ی ۱۸۵ سانتی‌متری از محل ایستادن آزمودنی‌ها و کاملاً عمود بر مفصل آرنج و ارتفاع ۱۰۰ سانتی‌متر از زمین، بر روی سه پایه تراز شده بود. یک عدد گونیامتر در زاویه ۳۰ درجه، در دیوار کنار محل ایستادن آزمودنی‌ها به گونه‌ای نصب شد که به موازات بازو و ساعد آزمودنی قرار بگیرد و فقط آزمونگر می‌توانست آن را ببیند. سپس فرد آزمودنی در وضعیت ایستاده قرار گرفته و سر خود را صاف نگاه داشت (برای جلوگیری از تحریک سیستم

ثابت شده است که انجام آن‌ها برای رسیدن به بهترین سطح عملکرد ضروری است. در دهه‌ی گذشته، مطالعات گسترده‌ای برای تعیین برنامه‌های گرم کردن مناسب برای وظایف خاص انجام شده است [۹] و اثرات تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته را روی قدرت عضلات و تعادل بررسی کرده‌اند [۹-۱۲]. با توجه به الگوهای متفاوت حرکتی در این دو نوع تمرین، چنین انتظار می‌رود که میزان دخالت عضلانی، ایجاد نیروهای فشاری یا چرخشی و در نهایت مکانیسم تاثیرگذاری هر یک از تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته بر گیرنده‌های مکانیکی مفاصل و دقت حس عمقی آن‌ها متفاوت باشد [۹-۱۱، ۱۳]. از طرفی در اغلب مطالعات گذشته از جمله Kwon و همکاران ۲۰۱۳ و Ubinger و همکاران ۱۹۹۹ بررسی تاثیر دو زنجیره حرکتی باز و بسته بر تعادل دینامیک و حس عمقی فقط در اندام تحتانی انجام گرفته است و چنین مشاهده شده که زنجیره حرکتی بسته تاثیرگذارتر بوده و دقت حس عمقی مفاصل اندام تحتانی پس از زنجیره حرکتی بسته افزایش یافته است [۹، ۱۳]. عملکرد مفصل آرنج به عنوان یکی از مفاصل مهم در ورزش‌هایی که اندام فوقانی را بیش‌تر درگیر می‌کنند از جمله والیبال، شامل وضعیت‌دهی دست در فضا برای حرکات ظریف، گرفتن قدرتی و همچنین تکیه‌گاهی برای ساعد است. از دست دادن عملکرد آرنج فعالیت‌های روزمره و فعالیت‌های حرفه‌ای یک والیبالیست را شدیداً تحت تاثیر قرار می‌دهد [۱۴]. چون مفصل آرنج در حرکت پرتاب بالای سر تحت فشار شدید قرار می‌گیرد، نیروهای تولید شده در فازهای مختلف زاویه پرتاب بین بافت نرم و استخوانی مفصل آرنج توزیع می‌شوند [۱۵]. بنابراین لزوم بررسی آن در مفصل آرنج نیز به صورت اختصاصی احساس می‌شود.

در مطالعات پیشین، محققین عمدتاً ارتباط حس عمقی مفاصل اندام تحتانی را با عملکرد ورزشی و شیوع آسیب‌دیدگی در چند رشته ورزشی بررسی کرده‌اند [۸، ۹، ۱۳، ۱۶]. بررسی‌ها بیش‌تر مربوط به مفاصل زانو و مچ پا بوده است و بررسی حس عمقی مفصل آرنج کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین در این مطالعه ما قصد داریم به صورت اختصاصی به بررسی حس عمقی مفصل آرنج در ورزشکاران والیبالیست نوجوان بپردازیم و اثر آنی دو نوع تمرین زنجیره حرکتی باز و بسته را که معمولاً در قالب تمرینات گرم کردن استفاده می‌شوند، بر دقت حس عمقی مفصل آرنج ارزیابی کنیم.

۵. حرکت دست در صفحه اسکاپولا sitting scaption: بازو در ۳۰ درجه هرگزنتال ابداکشن باشد و حرکت بازو با شست دست به سمت بالا، با دمبل انجام شود.

۶. دمر خوابیده با ابداکشن افقی بازوها Prone-lying horizontal abduction: فرد در وضعیت خوابیده روی شکم قرار می‌گیرد و در حالی که بازو چرخیده به خارج است حرکت دور شدن افقی بازوها را با دمبل انجام می‌دهد.

۷. پرس سینه با دمبل: فرد در وضعیت طاق باز قرار می‌گیرد و حرکت پرس سینه را با دو عدد دمبل در دست‌ها انجام می‌دهد [۲۰].

تمرینات گروه زنجیره حرکتی بسته شامل:

۱. شنای سوئدی: در وضعیت اصلاح شده زانوها روی سطح تشک و دست‌ها نزدیک سینه، آزمودنی ۳ بار حرکت شنا را با سرعت کنترل شده انجام می‌دهد سپس ۳ بار شنای انفجاری با تلاش این که دست‌ها و بدن از سطح تشک جدا شود انجام می‌دهد.

۲. فشار محوری: فرد هر دو کف دست را روی یک سطح یا میز قرار داده و به صورت ایزومتریک عمل وزن‌اندازی انجام می‌دهد این فشار محوری انقباض هم‌زمان در عضلات ایجاد می‌کند.

۳. بلند کردن تنه به صورت ایزومتریک isometric press: فرد روی صندلی یا میز نشسته و دو دستش را دو طرف خود قرار می‌دهد و به صورت ایزومتریک وزن خود را روی دست‌ها می‌اندازد و سعی می‌کند باسنش را از صندلی جدا کند.

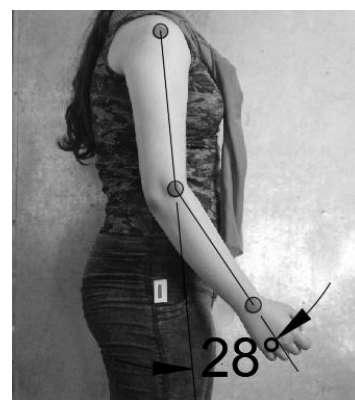
۴. تمرین انتقال وزن: فرد کف دست‌هایش را به صورت تناوبی روی سطحی قرار می‌دهد و وزن‌اندازی می‌کند در حالی که آزمونگر انقباض عضلانی را با ایجاد یک مقاومت ریتمیک افزایش می‌دهد.

۵. تمرین ثبات ریتمیک: فرد کف دست را روی دیوار قرار می‌دهد و یک فشار مقاومتی بر خلاف آن وارد می‌کند. مقاومت باید در برابر فلکشن و اکستنشن و هم‌چنین دور یا نزدیک شدن افقی انجام شود.

۶. تمرین وزن‌اندازی یک طرفه همراه با ثبات ریتمیک: فرد کف یک دستش را روی زمین قرار می‌دهد و مچ پاها روی زمین قرار دارد و وزن‌اندازی می‌کند [۲۱، ۹].

بعد از انجام تمرینات به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه، همان مراحل تست و بازسازی زاویه هدف در هر سه گروه تکرار شد و در نهایت، اختلاف میانگین زاویه هدف قبل و بعد از تمرین، توسط نرم‌افزار اتوکد ارزیابی شد. اطلاعات به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS 23، از طریق آماری آنالیز واریانس مختلط (Mixed Factorial Anova) و تست

وستیبولار) و در صورتی که چشمان فرد بسته بود، از فرد خواسته شد تا اول از وضعیت اکستنشن آرنج و در حالی که بازو کنار بدنش است، آرنج خود را خم کند و وقتی آرنج فرد به ۳۰ درجه فلکشن رسید دستور توقف داده شد. سپس از فرد خواسته شد آن زاویه را به مدت ۵ ثانیه حفظ کند و آن را را به خاطر بسپارد. سپس آرنج خود را به وضعیت دلخواه اولیه برگرداند و بعد از ۷ ثانیه استراحت زاویه را بازسازی کند. از هر زاویه تست و بازسازی عکس گرفته شد. به منظور دقت بیش‌تر اندازه‌گیری، بازسازی زاویه هدف ۳ بار تکرار شد (شکل ۱) و بین هر تکرار ۱ دقیقه استراحت داده شد. اختلاف زاویه تست و میانگین سه زاویه بازسازی به عنوان خطای مطلق در نظر گرفته شد [۱۹، ۱۶].



شکل ۱. زاویه تست و بازسازی که توسط نرم‌افزار اتوکد ارزیابی شد

پس از انجام این مرحله، به گروه اول مجموعه تمرینات زنجیره حرکتی باز، به گروه دوم مجموعه تمرینات زنجیره حرکتی بسته و به گروه سوم هیچ‌گونه تمرینی داده نشد. تمرینات گروه زنجیره حرکتی باز شامل:

۱. جست و خیر با سرعت speed skip: درجا زدن با سرعت در حالی که آرنج‌ها در وضعیت ۹۰ درجه فلکشن هستند و بازوها با قدرت حرکت می‌کنند.

۲. پیچش تنه trunk twists: قرار گرفتن دست‌ها پشت تنه و چرخش سرعتی اندام فوقانی روی لگن به چپ و راست.

۳. لمس شست پا با دست کشیده skipping straight-leg toe touches: درجا زدن در وضعیت ایستاده و بازوها در حالت اکستنشن جلوی بدن به صورتی که پا و دست مخالف در مقابل هم بالا آورده شوند (تاکید حرکت روی سرعت و قدرت عمل بازو است هنگامی که آرنج در ۹۰ درجه فلکشن است).

۴. زانو بلند high knee skip: آرنج در وضعیت ۹۰ درجه فلکشن و قدم برداشتن به صورتی که زانو خم شود و بالا آورده شود با سرعت و قدرت بالا.

همچنین در این جدول می‌توان به مقایسه خطای مطلق بازسازی زاویه هدف مفصل آرنج سه گروه، قبل و بعد از انجام تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته و گروه کنترل پرداخت. نتایج حاصل از آزمون آماری آنالیز واریانس نشان می‌دهد که قبل از انجام تمرینات، اختلاف معنی‌داری بین سه گروه مشاهده نشده است ( $F=0/906$ ,  $P=0/412$ )، ولی اختلاف خطای مطلق بازسازی زاویه هدف در سه گروه بعد از انجام تمرینات، معنی‌داری بوده است ( $F=0/430$ ,  $P=0/042$ ) و این اختلاف بین دو گروه زنجیره حرکتی باز و گروه کنترل معنی‌دار مشاهده شد ( $P=0/012$ ).

جدول ۲، نتایج آزمون تعقیبی LSD را در مقایسه درون‌گروهی بعد از انجام تمرینات، نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌دار بین گروه اول و سوم، یعنی گروه زنجیره حرکتی باز و گروه کنترل مشاهده شده است.

تعقیبی LSD مورد پردازش قرار گرفت. از آزمون ICC در بیان پایایی تکرارپذیری آزمون توسط یک آزمونگر استفاده شد و معنی‌دار بودن کلیه نتایج با  $P \leq 0/05$  و توان آماری ۸۰٪ در نظر گرفته شد.

## نتایج

آزمودنی‌های این مطالعه دارای دامنه سنی ۱۷-۱۳ سال، قد ۱۵۶-۱۸۲ سانتی‌متر و وزن ۴۵-۷۰ کیلوگرم بودند و از نظر ویژگی‌های دموگرافیک، اختلاف معنی‌داری بین سه گروه زنجیره حرکتی باز، بسته و گروه کنترل دیده نشد. در جدول ۱، میانگین و انحراف استاندارد اطلاعات دموگرافیک آزمودنی‌ها و خطای مطلق بازسازی زاویه هدف مفصل آرنج هر سه گروه به تفکیک، گزارش شده است.

قبل از انجام آزمون، پایایی این روش اندازه‌گیری در تکرار یک آزمونگر محاسبه شد و پایایی بالایی به‌دست آمد ( $ICC=0/96$ ).

جدول ۱. میانگین  $\pm$  انحراف استاندارد اطلاعات دموگرافیک و درجه خطای مطلق بازسازی قبل و بعد از تمرین در هر سه گروه (n=۱۵ در هر گروه)

مشخصات / گروه‌ها	سن (سال)	قد (سانتیمتر)	وزن (کیلوگرم)	خطای مطلق قبل از تمرین (درجه)	خطای مطلق بعد از تمرین (درجه)
زنجیره حرکتی باز	۱۴/۲۶ $\pm$ ۱/۵۷	۱۶۸/۱۳ $\pm$ ۸/۳۳	۵۴/۲۰ $\pm$ ۶/۷۷	۶/۴۴ $\pm$ ۴/۲۰	۲/۲۶ $\pm$ ۱/۶۹
زنجیره حرکتی بسته	۱۵/۳۳ $\pm$ ۰/۹۷	۱۶۶/۶۰ $\pm$ ۶/۵۱	۵۸/۹۳ $\pm$ ۷/۱۶	۶/۵۹ $\pm$ ۴/۹۵	۳/۲۴ $\pm$ ۱/۹۳
کنترل	۱۵/۰۰ $\pm$ ۱/۰۶	۱۷۱/۰۰ $\pm$ ۷/۰۴	۵۸/۴۰ $\pm$ ۷/۰۹	۴/۷۷ $\pm$ ۲/۸۹	۴/۴۴ $\pm$ ۲/۹۹

جدول ۲. نتایج آزمون تعقیبی LSD داخل گروه‌ها، بعد از انجام تمرین زنجیره حرکتی باز و بسته (n=۱۵ در هر گروه)

نتایج / گروه‌ها	اختلاف میانگینها	خطای انحراف معیار	ارزش P
زنجیره حرکتی باز و کنترل	-۲/۱۷۶	۰/۸۳۲	* ۰/۰۱۲
زنجیره حرکتی بسته و کنترل	-۱/۲۰۱	۰/۸۳۲	۰/۱۵۶
زنجیره حرکتی باز و بسته	-۰/۹۷۵	۰/۸۳۲	۰/۲۴۸

وجود تفاوت معنی‌داری در سطح  $P \leq 0/05$

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه‌ی حاضر، بررسی اثر آنی تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته بر حس عمقی مفصل آرنج دختران والیبالیست سالم بوده است. نتایج به‌دست آمده نشان داد که دقت حس عمقی مفصل آرنج بعد از انجام هر دو گروه تمرینات، افزایش یافته و این امر در گروه زنجیره حرکتی باز قابل مشاهده بوده است، به طوری که خطای مطلق بازسازی زاویه هدف بین دو گروه زنجیره حرکتی باز و گروه کنترل، اختلاف معنی‌داری داشته است.

با توجه به معنی‌دار شدن خطای مطلق بازسازی زاویه هدف پس از انجام تمرینات و کاهش واریانس نتایج نسبت به

قبل از تمرین کردن و همچنین نسبت به گروه کنترل در هر دو نوبت اندازه‌گیری، می‌توان چنین نتیجه گرفت که انجام هر دو نوع تمرین زنجیره حرکتی باز و بسته به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه (در قالب تمرینات گرم کردن)، تاثیر آنی مثبتی بر افزایش دقت حس عمقی مفصل آرنج والیبالیست‌های نوجوان دارد و این امر به دلیل تاثیر یادگیری در انجام مجدد تست و تکرار آن نمی‌باشد. تاثیر مثبت این تمرینات بر فاکتورهای مختلف عملکرد ورزشکاران، در مطالعات بسیاری مشاهده شده است [۲۷-۲۲، ۱۳، ۱۱، ۹-۲۷] هر چند که مکانیسم تاثیرگذاری هر یک از تمرینات زنجیره حرکتی باز و بسته بر دقت حس عمقی مفاصل متفاوت است [۹-۱۳، ۱۱]. به گونه‌ای که در مطالعات

محدودیت‌های موجود در این مطالعه، عدم امکان کنترل دقیق تمامی فعالیت‌های فیزیکی ورزشکاران و شرایط روحی آنان بود که شاید می‌توانست بر دقت حس عمقی آرنج تاثیرگذار باشد.

با توجه به نتایج حاصل از مطالعه حاضر، برنامه تمرینی گرم کردن در هر دو صورت باز و بسته باعث بهبود دقت حس عمقی آرنج ورزشکاران والیبالیست می‌شود. اما چنین به نظر می‌رسد که انجام تمرینات به صورت زنجیره حرکات باز می‌تواند اثر آنی بیش‌تری بر دقت حس عمقی آرنج داشته باشد و روش موثرتری برای افزایش دقت این حس و کاهش آسیب‌های ورزشی در والیبالیست‌ها باشد.

### تشکر و قدردانی

این مطالعه در قالب پایان‌نامه کارشناسی ارشد خانم فاطمه دهقان بوده است. لذا نویسندگان بر خود لازم می‌دانند تا از دختران نوجوان والیبالیست شهر ستان لاهیجان و همه کسانی که در این مطالعه همکاری داشته‌اند تشکر نمایند.

### منابع

- [1] Homsreprasert T, Limthongthang R, Vathana T, Wongtrakul S, Songcharoen P. Elbow joint proprioceptive sense in total arm-type brachial plexus injured patients after neurotization: a preliminary study. *J Med Assoc Thai* 2014; 97: S103-S107.
- [2] Lubiawski P, Olczak I, Lisiewicz E, Ogrodowicz P, Bręborowicz M, Romanowski L. Elbow joint position sense after total elbow arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg* 2014; 23: 693-700.
- [3] Goble DJ. Proprioceptive acuity assessment via joint position matching: from basic science to general practice. *Phys Ther* 2010; 90: 1176-1184.
- [4] Niespodziński B, Kochanowicz A, Mieszkowski J, Piskorska E, Żychowska M. Relationship between joint position sense, force sense, and muscle strength and the impact of gymnastic training on proprioception. *Bio Med Res Intern* 2018; 2018.
- [5] Sevez V, Bourdin C. On the role of proprioception in making free throws in basketball. *Res Q Exerc Sport* 2015; 86: 274-280.
- [6] Alhajaya M. Effects of proprioception training on knee joint position sense in male soccer athletes. *J Sociol Res* 2015; 6.
- [7] Özkul F, Erol DB, Badıllı ŞD, Inal S. Evaluation of elbow joint proprioception with RehabRoby: A pilot study. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2012; 46: 332-338.
- [8] Baltaci G, Kohl HW. Does proprioceptive training during knee and ankle rehabilitation improve outcome? *Phys Ther Rev* 2003; 8: 5-16.
- [9] Kwon YJ, Park SJ, Jefferson J, Kim K. The effect of open and closed kinetic chain exercises on dynamic balance ability of normal healthy adults. *J Phys Ther Sci* 2013; 25: 671-674.
- [10] Dannelly BD, Otey SC, Croy T, Harrison B, Rynders CA, Hertel JN, et al. The effectiveness of traditional and sling exercise strength training in women. *J Strength Cond Res* 2011; 25: 464-471.
- [11] Augustsson J, Thomee R. Ability of closed and open kinetic chain tests of muscular strength to assess functional performance. *Scand J Med Sci Sports* 2000; 10: 164-168.
- [12] Balci P, Tunay VB, Baltaci G, Atay AO. The effects of two different closed kinetic chain exercises on muscle strength and proprioception in patients with patellofemoral pain syndrome. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2009; 43: 419-425.
- [13] Ubinger ME, Prentice WE, Guskiewicz KM. Effect of closed kinetic chain training on neuromuscular control in the upper extremity. *J Sport Rehabil* 1999; 8: 184-194.

Augustsson و همکاران ۲۰۰۰، Dannelly و همکاران ۲۰۱۱ و Salgado و همکاران ۲۰۱۵ اشاره شده است، تمرینات زنجیره حرکتی باز از طریق دخیل کردن عضلات و فعال‌سازی گیرنده‌های مکانیکی آن‌ها، ایجاد دیسترکشن در مفصل و تولید نیروهای چرخشی عمل می‌کند [۲۶، ۱۱، ۱۰] و عملکرد تمرینات زنجیره حرکتی بسته از طریق ایجاد نیروهای فشاری یا کامپرسن در مفصل به دلیل تحمل وزن، ایجاد هم‌انقباضی عضلانی و در نهایت ثبات مفصلی بیش‌تر می‌باشد [۱۶، ۹].

از طرفی در اغلب مطالعات گذشته از جمله Kwon و همکاران ۲۰۱۳ و Ubinger و همکاران ۱۹۹۹ که به بررسی تاثیر دو زنجیره حرکتی باز و بسته بر تعادل دینامیک و حس عمقی اندام تحتانی پرداخته بودند مشاهده شد که زنجیره حرکتی بسته تاثیرگذارتر است و دقت حس عمقی مفاصل اندام تحتانی پس از زنجیره حرکتی بسته افزایش یافته است [۱۳، ۹]. عدم تطابق نتایج آن مطالعات و مطالعه حاضر را می‌توان به عملکردی بودن زنجیره حرکتی بسته در اندام تحتانی و زنجیره حرکتی باز در اندام فوقانی مرتبط دانست. علاوه بر این که در اغلب آن مطالعات، ارزیابی حس عمقی آزمودنی‌ها هم به صورت ایستاده و با تحمل وزن و در زنجیره حرکتی بسته صورت گرفته است ولی در مطالعه حاضر ارزیابی به صورت زنجیره حرکتی باز می‌باشد. هم‌چنین باید در نظر داشت که در ارزیابی حس عمقی در زنجیره حرکتی بسته، نتایج حاصل صرفاً متعلق به مفصل مورد ارزیابی نمی‌باشد و دقت حس عمقی سایر مفاصل مجاور و دخیل در دامنه حرکتی مورد نظر نیز، بر دقت حس مفصل مورد نظر نقش دارد. مثلاً دقت حس عمقی مفاصل مچ پا و ران، بر دقت حس عمقی زانو در وضعیت ارزیابی ایستاده و در حالت تحمل وزن تاثیرگذار است. در حالی که این امر در مورد ارزیابی حس عمقی در شرایط بدون تحمل وزن، صادق نمی‌باشد و نتایج به دست آمده صرفاً متعلق به مفصل مورد نظر است.

بنابراین با توجه به ویژگی‌های ورزش والیبال و اهمیت نقش مفصل آرنج در وضعیت‌دهی مفصل در فضا و جذب و انتقال نیرو در پرتاب و ضربه قدرتمند به توپ، می‌توان دریافت که فراخوان به موقع عضلات و وضعیت‌دهی مناسب مفصل، نقش بسزایی در عملکرد ورزشکاران دارد و چنین به نظر می‌رسد که انجام تمرینات زنجیره حرکتی باز در دستیابی به این هدف در مفصل آرنج، عملکردی‌تر می‌باشد. لذا به منظور افزایش دقت ضربه و پرتاب توپ و هم‌چنین پیشگیری از آسیب‌دیدگی آرنج، انجام این نوع تمرینات به عنوان گرم کردن به مربیان و ورزشکاران والیبالیست پیشنهاد می‌شود.

with and without a weighted vest, and fitness performance in high school female athletes. *J Athletic Train* 2006; 41: 357.

[22] McGowan CJ, Pyne DB, Thompson KG, Rattray B. Warm-up strategies for sport and exercise: mechanisms and applications. *Sports Med* 2015; 45: 1523-1546.

[23] Magalhães T, Ribeiro F, Pinheiro A, Oliveira J. Warming-up before sporting activity improves knee position sense. *Phys Ther Sport* 2010; 11: 86-90.

[24] Bartlett M, Warren P. Effect of warming up on knee proprioception before sporting activity. *Br J Sports Med* 2002; 36: 132-134.

[25] Subasi SS, Gelecek N, Aksakoglu G. Effects of different warm-up periods on knee proprioception and balance in healthy young individuals. *J Sport Rehabil* 2008; 17: 186-205.

[26] Salgado E, Ribeiro F, Oliveir J. Joint-position sense is altered by football pre-participation warm-up exercise and match induced fatigue. *Knee* 2015; 22: 243-248.

[27] Ayubi azad M, Saghebjo M, Zardast M, Ilbeigi S. Acute effects of proprioception, massage and dynamic stretching warm up protocols on serum CK and LDH activity levels after one session of Plyometric training in male volleyball players. *Koomesh* 2016; 17: 393-402. (Persian).

[14] Fornalski S, Gupta R, Lee TQ. Anatomy and biomechanics of the elbow joint. *Sports Med Arthroscopy Rev* 2003; 11: 1-9.

[15] Patel RM, Lynch TS, Amin NH, Calabrese G, Gryzlo SM, Schickendantz MS. The thrower's elbow. *Orthop Clin* 2014; 45: 355-376.

[16] Fouladi R, Nasser N, Rajabi R, Geranmayeh M. Joint position sense of the knee in healthy female athletes across the menstrual cycle. *Koomesh* 2010; 12: 31-38. (Persian).

[17] Stillman BC, McMeeken JM. The role of weightbearing in the clinical assessment of knee joint position sense. *Aust J Physiother* 2001; 47: 247-253.

[18] Herrington L. Knee-joint position sense: the relationship between open and closed kinetic chain tests. *J Sport Rehabil* 2005; 14: 356-362.

[19] Fouladi R, Nasser N, Rajabi R, Geranmayeh M. Effects of taping on knee joint position sense of female athletes across the menstrual cycle. *Koomesh* 2013; 14. (Persian).

[20] Lust KR, Sandrey MA, Bulger SM, Wilder N. The effects of 6-week training programs on throwing accuracy, proprioception, and core endurance in baseball. *J Sport Rehabil* 2009; 18: 407-426.

[21] Faigenbaum AD, McFarland JE, Schwerdtman JA, Ratamess NA, Kang J, Hoffman JR. Dynamic warm-up protocols,

# Effect of open and closed kinematic chain exercises on elbow joint proprioception of teen-female volleyball players

Fatemeh Dehghan (M.Sc)<sup>1</sup>, Rose Fouladi (Ph.D)<sup>\*2</sup>, Mohammad Fallah Mohammadi (Ph.D)<sup>1</sup>

1- Dept. of Sports Sciences, Faculty of Humanities, Higher Education Institute of Tonekabon, Iran

2- Dept. of Sports biomechanics, Faculty of Sport Sciences, University of Mazandaran, Iran

\* Corresponding author. +98 9111544961 ro.fouladi@umz.ac.ir

Received: 18 Jan 2020; Accepted: 10 Jun 2020

**Introduction:** The aim of this study was to investigate the immediate effect of open and closed kinematic chain exercises on the elbow joint proprioception in healthy teen-female volleyball players.

**Materials and Methods:** Forty-five teen-female volleyball players participated in this study. They were randomly divided into three groups: open-kinematic chain (OKC), closed kinematic chain (CKC), and untrained (control) groups. The elbow joint position sense (JPS) was assessed at 30° of elbow flexion using a system comprise of skin markers and digital photography. The absolute angular error was calculated employing AutoCAD software before and after training programs.

**Results:** The mean absolute error was not significantly different between three groups ( $P=0.412$ ) before trainings. However, there was a significant difference in absolute error between the groups after trainings ( $P=0.042$ ), and the higher absolute error difference in controls compared to the open kinematic chain group was found ( $P=0.012$ ).

**Conclusion:** Although, both OKC and CKC were effective on elbow joint proprioception, it seems that OKC exercises would be more influence on improvement of the elbow joint proprioception accuracy and probably the better way for prevention of upper extremity sport injuries in volleyball players.

**Keywords:** Proprioception, Elbow Joint, Volleyball, Kinetics, Female