

مقایسه حس عمقی مفصل شانه بین زنان والیبالیست و زنان

غیرورزشکار

*افسون نودهی مقدم^۱، نسرين خاکی^۲، عاليه سادات خوارزمی^۲

چکیده

هدف: حس عمقی در ثبات داینامیک مفصل گلهومومرال پرتابگران و ورزشکارانی که حرکات ناگهانی و پرتابی اندام فوقانی دارند، با توجه به شل بودن قابل ملاحظه کپسول مفصلی و دامنه حرکتی بیش از حد آنها اهمیت دارد. هدف از این پژوهش مقایسه حس عمقی (حس وضعیت مفصل و حس حرکت) بین دو گروه زنان والیبالیست و زنان غیرورزشکار می باشد.

روش بررسی: به روش نمونه گیری ساده و در دسترس و لحاظ کردن معیارهای موردنظر ۱۵ والیبالیست زن از تیم های دسته اول تهران و ۱۵ زن غیرورزشکار که با ورزشکاران جور شده بودند انتخاب و طی یک مطالعه مقایسه ای مورد - شاهدی، حس وضعیت مفصل گلهومومرال و حس حرکت آنها با استفاده از دستگاه سی.پی.ام مورد مقایسه قرار گرفت. از آزمون آماری تی مستقل برای تحلیل داده ها استفاده گردید.

یافته ها: افزایش معناداری در دامنه چرخش خارجی والیبالیست ها ($P=0/035$) و کاهش معناداری در خطای باز سازی زاویه آنها ($P=0/017$) نسبت به غیرورزشکاران وجود داشت. در حالی که هیچ گونه تفاوت معناداری در آستانه درک حرکت بین دو گروه مشاهده نشد ($P=0/392$). نتیجه گیری: والیبالیست ها دارای دامنه چرخش خارجی بیشتر و دقت بازسازی زاویه بالاتری در اندام فوقانی غالب خود می باشند. شانه پرتاب کننده به طور مکرر در معرض حرکات چرخشی شدید می باشد. این منجر به تطابق عصبی عضلانی می شود و بدین ترتیب می تواند باعث بهبود حس عمقی گردد.

کلیدواژه ها: حس عمقی / حرکات پرتابی اندام فوقانی / حس وضعیت مفصل / حس حرکت / شانه / والیبالیست

۱- دکترای فیزیوتراپی، استادیار دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی
۲- کارشناس فیزیوتراپی

تاریخ دریافت مقاله: ۸۷/۴/۲۲
تاریخ پذیرش مقاله: ۸۸/۱/۲۳

*آدرس نویسنده مسئول:

تهران، اوین، بلوار دانشجو، بن بست
کودکیار، دانشگاه علوم بهزیستی و
توانبخشی، گروه فیزیوتراپی
تلفن: ۲۲۱۸۰۰۳۹

*E-mail: afsoonodehi@yahoo.com



مقدمه

حرکت پرتابی بالای سر، حرکت پیچیده و خیلی ماهرانه‌ای است که به دلیل نیروهای شدیدی که توسط پرتاب‌کننده اعمال می‌شود، استرس فوق العاده شدیدی را روی مجموعه مفصلی شانه وارد می‌کند (۱). شانه پرتاب‌کننده باید به اندازه کافی شل (lax) باشد تا امکان چرخش خارجی شدید مفصل شانه را داده و همچنین به اندازه کافی با ثبات باشد تا مانع نیمه دررفتگی‌های مفصل شانه که از شایع‌ترین دررفتگی‌های مفاصل بدن انسان است گردد (۲، ۱).

ثبات عملکردی شانه حاصل ارتباط متقابل بین ثبات‌دهنده‌های استاتیک و دینامیک می‌باشد که این ارتباط با واسطه سیستم حسی - حرکتی (حس عمقی) ایجاد می‌شود. حس عمقی یک تکامل تخصصی حس لمس می‌باشد که شامل حس حرکت و وضعیت مفصل می‌باشد (۳). گیرنده‌های حس عمقی در پوست، عضلات، مفاصل و همچنین لیگامان‌ها و تاندون‌ها قرار دارند که می‌توانند تغییر شکل‌های مکانیکی را به سیگنال‌های عصبی تبدیل نمایند. امروزه حس عمقی یک بخش مهم در توانبخشی ضایعات ورزشی می‌باشد (۴). ضایعه مفصلی می‌تواند روی حس عمقی اثر گذاشته و عکس‌العمل‌های عصبی-عضلانی^۱ طبیعی که برای حفاظت مفصل هستند را دچار اختلال نماید (۶، ۵). حس عمقی در ثبات دینامیک مفصل گلتوهورمال پرتاب گران با توجه به شل بودن قابل ملاحظه کپسول مفصلی و دامنه حرکتی بیش از حد آنها اهمیت دارد (۷).

آلگروچی و همکارانش در بررسی حس عمقی ۲۰ ورزشکار پرتابی رشته‌های مختلف، کاهش حس عمقی را در شانه غالب در مقایسه با شانه غیرغالب مشاهده نمودند (۸). بلازیر و همکارانش گزارش نمودند که افراد دارای شلی مفصلی عمومی دارای حساسیت کمتری در حس عمقی خود می‌باشند (۹). ویلک و همکارانش در بررسی خود روی ۱۲۰ بازیکن حرفه‌ای بیس بال هیچ‌گونه تفاوت معناداری را در حس وضعیت مفصل بین دو شانه سمت پرتاب و غیر پرتاب پیدا نمودند. همچنین این افراد در مقایسه توانایی حس عمقی ۶۰ بازیکن بیس بال با ورزشکاران غیرپرتابی هیچ‌گونه تفاوت معناداری را نیافتند (۱). از طرفی برخی تحقیقات نشان داده است که غالب بودن دست تأثیری روی حس عمقی ندارد (۱۱، ۱۰). با توجه به تحقیقات انجام شده، برخی محققین عقیده دارند که چون حرکات ورزشکاران پرتابی، ظریف و حساب شده‌تر از افراد غیرورزشکار است و شانه پرتاب‌کننده به طور مکرر در معرض حرکات چرخشی شدید می‌باشد، این منجر به تطابق عصبی عضلانی می‌شود و بدین ترتیب باعث بهبود حس عمقی می‌گردد. در حالی که برخی دیگر معتقدند که در این

ورزشکاران به دلیل شلی کپسول و لیگامان و در نتیجه افزایش دامنه حرکتی، حس عمقی آنها کاهش می‌یابد (۱۰، ۸). بنابراین با توجه به اینکه امروزه تمرینات حس عمقی بخش مهمی از توانبخشی ضایعات مفصلی می‌باشد و تمرینات حس عمقی می‌تواند به عنوان یکی از استراتژی‌های پیشگیرانه در ورزشکاران پرتابی که شدیداً در معرض آسیب‌های شانه هستند مطرح باشد و از طرفی وجود اختلاف نظر بین محققین که لزوم انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه را تأکید می‌کند، این پژوهش با هدف مقایسه حس عمقی (حس وضعیت مفصل و حس حرکت) بین دو گروه از ورزشکاران والیبالیست و افراد غیرورزشکار صورت گرفت.

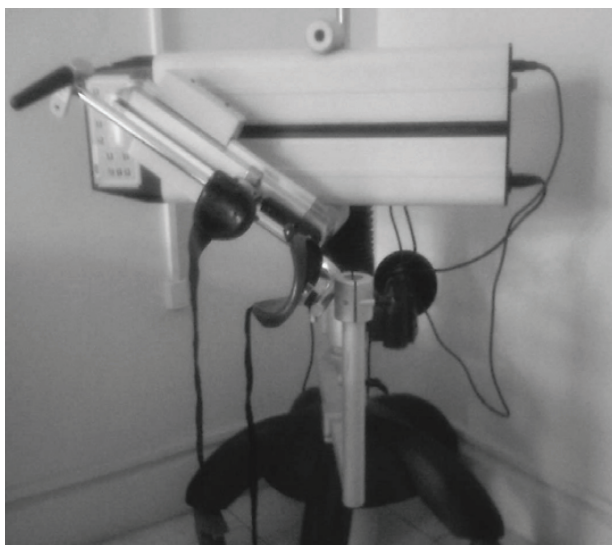
روش بررسی

ابتدا طی یک مطالعه متدولوژیک ۱۰ فرد غیرورزشکار با میانگین سنی ۲۴/۸۰ سال از نظر میزان تکرارپذیری روش‌های اندازه‌گیری دامنه حرکتی چرخشی شانه و خطای بازسازی زاویه (حس وضعیت) و آستانه درک حرکت غیرفعال^۲ (حس حرکت) مورد بررسی قرار گرفتند. سپس به روش نمونه‌گیری ساده و در دسترس و مطابق معیارهای مورد نظر، ۱۵ والیبالیست زن و ۱۵ زن غیرورزشکار که هم‌تاسازی با ورزشکاران در آنها لحاظ شده بود، انتخاب و طی یک مطالعه مقایسه‌ای مورد - شاهدهی مورد مقایسه قرار گرفتند. معیار انتخاب والیبالیست‌های خانم محدوده سنی ۲۰ تا ۳۰ سال و حداقل ۲ سال سابقه عضویت فعال اخیر در یکی از تیم‌های باشگاهی دسته اول تهران و برای افراد غیرورزشکار تطابق داشتن سن و جنس آنها با افراد والیبالیست و نداشتن فعالیت ورزشی بود. معیارهای حذف برای افراد هر دو گروه عبارت بودند از: سابقه اعمال جراحی یا شکستگی و دررفتگی و یا هرگونه اختلال التهابی و دردزا در مفاصل ناحیه شانه و ستون فقرات گردنی یا سینه‌ای فوقانی، هرگونه تغییر شکل ساختاری در ناحیه کمر بند شانه‌ای، افزایش یا کاهش دامنه حرکتی مفاصل شانه، وجود بیماری‌های سیستم عصبی و عصبی-عضلانی، رماتیسم مفصلی و دیابت، سابقه مصرف داروهای خواب‌آور، آرام‌بخش، ضد درد و شل‌کننده عضلانی (۸).

بعد از گرفتن موافقت آگاهانه و کتبی و تکمیل پرسشنامه حاوی اطلاعات شخصی، دامنه حرکت چرخش خارجی شانه غالب به وسیله گونیومتر استاندارد و حس عمقی شانه غالب (حس وضعیت و حرکت) به وسیله دستگاه «حرکت غیرفعال مداوم فیزیوتک ایچ. پی. ۲۰» (شکل ۱) با دقت اندازه‌گیری ۱ درجه و حداقل سرعت ۱ درجه در ثانیه به شرحی



که ذیلاً ذکر می‌شود محاسبه گردید.



شکل ۱- دستگاه سی.پی.ام. فیزیوتک اچ.پی. ۲۰

منوی دستگاه روی شانه راست (در کلیه آزمودنی‌ها سمت غالب سمت راست بود)، چرخش داخلی ۶۰ تا چرخش خارجی ۵۵ درجه، سرعت زاویه‌ای ۱ درجه در ثانیه، زمان توقف در انتهای دامنه ۱۰ ثانیه، چرخش داخلی صفر درجه، چرخش خارجی برابر با دامنه میانی فرد مورد آزمون و تکرار حرکت ۳ بار تنظیم می‌شد. بدین طریق شانه آزمودنی با سرعت ۱ درجه در ثانیه از حالت خنثی، یا صفر درجه به دامنه میانی چرخش به صورت غیرفعال برده می‌شد. آزمودنی ۱۰ ثانیه برای به‌خاطر سپاری زاویه فرصت داشت. پس از سه بار تکرار، کلید توقف اضطراری دستگاه به آزمودنی داده می‌شد. پس از این مرحله، تنظیمات دستگاه به چرخش خارجی ۵۵ درجه با حفظ سایر متغیرها تغییر داده شده و بیمار می‌بایست در هر زاویه‌ای که حس می‌کرد به همان دامنه میانی رسیده کلید توقف دستگاه را می‌فشرده و محقق خطای بازسازی زاویه را یادداشت می‌نمود (۱۰، ۸). برای ارزیابی حس حرکت مفصل پس از قرارگیری آزمودنی در وضعیت بیان شده، تنظیمات زیر روی دستگاه صورت می‌گرفت:

منوی دستگاه روی شانه راست، چرخش داخلی ۶۰ تا چرخش خارجی ۵۵ درجه، سرعت زاویه‌ای ۱ درجه در ثانیه، زمان توقف در انتهای دامنه ۱۰ ثانیه، چرخش داخلی برابر با دامنه میانی فرد مورد آزمون، چرخش خارجی ۵۵ درجه و تکرار حرکت ۳ بار تنظیم می‌شد. حال کلید توقف اضطراری دستگاه به آزمودنی داده می‌شد. این بار آزمودنی به محض احساس ایجاد حرکت در شانه، کلید توقف دستگاه را می‌فشرده و محقق آستانه درک حرکت را یادداشت می‌نمود. برای افزایش دقت اندازه‌گیری و کاهش میزان خطای آزمون ۳ بار تکرار می‌شد (۱۰، ۸). از آزمون آماری تی مستقل برای تحلیل داده‌ها استفاده گردید.

فرد مورد مطالعه در وضعیت طاقباز روی تخت قرار می‌گرفت. به فرد توضیح داده می‌شد که باید عضلات کمر بند شانه‌اش را در وضعیت کاملاً شل قرار دهد. شانه در ۹۰ درجه دورشدگی روی تخت و آرنج نیز ۹۰ درجه خم و عمود بر تخت قرار داشت. آزمونگر ساعد آزمودنی را گرفته و به‌طور غیرفعال به چرخش خارجی می‌برد. در انتهای دامنه دست را آرام رها می‌کرد و هیچ نیروی مضاعفی در انتهای دامنه به آزمودنی وارد نمی‌شد. حال آزمونگر محور گونیومتر را روی زائده اوله‌کانون قرار می‌داد، به‌طوری‌که بازوی ثابت عمود بر زمین و رو به پایین و بازوی متحرک در امتداد خط میانی نمای خارجی ساعد قرار داشت. بدین‌وسیله زاویه انتهای دامنه حرکت چرخشی رو به خارج شانه و در نتیجه کل دامنه حرکت چرخش خارجی محاسبه می‌گردید (۱۲، ۹). به‌منظور ارزیابی حس وضعیت، ابتدا دامنه میانی حرکت چرخشی شانه محاسبه می‌گردید. سپس فرد مورد آزمون در وضعیت طاقباز با عضلات کاملاً راحت و شل قرار می‌گرفت. شانه در ۹۰ درجه دورشدگی روی تخت و آرنج نیز ۹۰ درجه خم و عمود بر تخت قرار داشت. قبل از قرارگیری روی تخت تمامی مراحل کار به‌طور شفاف و کامل به فرد توضیح داده می‌شد. در این زمان، چشم بند و گوشی روی چشم و گوش آزمودنی برای حذف بازخوردهای بینایی و شنوایی قرار می‌گرفت. بعد از قرار دادن دست بیمار در ترا باند و بستن باندهای بازویی و ساعدی دستگاه سی.پی.ام. مراحل ارزیابی حس وضعیت و حس حرکت مفصل شانه به ترتیب زیر شروع می‌شد. پس از قرارگیری آزمودنی در وضعیت بیان شده، تنظیمات زیر روی دستگاه صورت می‌گرفت:

یافته‌ها

مقادیر ضرایب همبستگی درون‌گروهی (ICC) حاصله از دو بار اندازه‌گیری دامنه چرخش خارجی و خطای بازسازی زاویه و آستانه درک حرکت در دامنه ۰/۷۸-۰/۹۹ قرار داشته و نشان‌دهنده روایی بالای روش‌های اندازه‌گیری متغیرهای مورد بررسی است (جدول ۱). جدول ۱- نتایج پایایی روش‌های اندازه‌گیری متغیرهای مورد بررسی طی دو بار تکرار تست‌ها توسط یک آزمونگر

متغیر	میانگین	انحراف معیار	ضریب همبستگی درون گروهی
دامنه چرخش خارجی شانه (درجه)	۹۰/۶۰	۴/۱۷	۰/۹۹
خطای بازسازی زاویه (درجه)	۶/۳۵	۱/۸۲	۰/۹۰
آستانه درک حرکت (درجه)	۰/۴۰	۰/۳۲	۰/۷۸



نشده. اگرچه میانگین آستانه حس حرکت والیبالیست‌ها پایین‌تر از گروه غیرورزشکار بود.

آلگروچی و همکارانش حس عمقی شانه را در ۲۰ ورزشکار پرتابی بالای سر که در ورزش‌های گوناگون شرکت می‌کردند، آزمایش کردند. آنها متوجه شدند که شانه غالب حس عمقی کاهش یافته‌ای را در مقایسه با شانه غیرغالب نشان می‌دهد. همچنین محققین متوجه افزایش حس عمقی نزدیک دامنه انتهایی حرکت در مقایسه با نقطه شروع حرکت شدند (۸).

ویلیک و همکارانش توانایی حس عمقی ۱۲۰ بازیکن حرفه‌ای بیس‌بال را بررسی کردند. آنها هیچ‌گونه اختلاف معناداری را بین شانه پرتاب‌کننده و شانه غیر پرتابی ندیدند (۱). همچنین این افراد در مقایسه توانایی حس عمقی ۶۰ بازیکن حرفه‌ای بیس‌بال با ۶۰ ورزشکار غیرپرتابی، هیچ اختلاف معناداری بین بازیکنان بیس‌بال و سایرین ندیدند (۱). البته بازیکنان بیس‌بال تا حدی توانایی حس عمقی افزایش یافته‌ای را در انتهای دامنه حرکت چرخش خارجی در مقایسه با ورزشکاران غیر پرتابی نشان دادند، اما این تفاوت معنادار نبود (۱). سافران در بررسی حس حرکت چرخش خارجی با شروع از ۷۵ درصد حداکثر چرخش خارجی، بین شانه‌های غالب و غیرغالب ورزشکاران تفاوتی ندیدند (۱۰).

نتایج این تحقیق موافق با نظر محققینی است که مطرح می‌کنند که چون حرکات ورزشکاران پرتابی، ظریف و حساب شده‌تر از افراد غیرورزشکار است و شانه پرتاب‌کننده به طور مکرر در معرض حرکات چرخشی شدید می‌باشد. این منجر به تطابق عصبی عضلانی می‌شود و بدین ترتیب باعث بهبود حس عمقی می‌گردد (۱۰، ۸).

وجه تمایز تحقیق کنونی با مطالعاتی که نتایج متناقض داشته‌اند، این است که در این بررسی مقایسه حس وضعیت و حرکت در دو گروه ورزشکار والیبالیست و غیرورزشکار صورت گرفته است. در واقع شانه پرتاب‌کننده (که در کلیه آزمودنی‌ها سمت راست بوده است) با سمت راست افراد غیرورزشکار که در آنها نیز سمت غالب بوده است، مورد مقایسه قرار گرفت. در حالی که در اغلب تحقیقات گذشته مقایسه بین دو سمت غالب و غیرغالب صورت گرفته و یا اینکه ورزشکاران پرتابی با ورزشکاران غیرپرتابی مقایسه شده‌اند. در واقع از آنجا که ورزشکاران پرتابی تنها از بازوی غالب خود در حین عملکرد ورزشی استفاده نمی‌کنند و در خیلی از موارد از اندام غیرغالب نیز استفاده می‌شود، بنابراین اندام غیرغالب نیز می‌تواند تحت تأثیر تمرینات قرار گیرد، لذا نتایج این مقایسه ممکن است مخدوش باشد (۸). همچنین بارنز و همکارانش در بررسی تأثیر سن، جنسیت

کلیه زنان مورد مطالعه راست دست بوده و بین دو گروه از نظر سن ($P=0/421$) و وزن ($P=0/406$) هیچ‌گونه تفاوت معناداری وجود نداشت (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه دو گروه از نظر سن و وزن با استفاده از آزمون تی مستقل

متغیر	زنان ورزشکار		زنان غیرورزشکار	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
سن (سال)	۲۴/۲۶	۱/۷۰	۲۴/۸۰	۲/۲۷
وزن (کیلوگرم)	۶۱/۱۳	۵/۹۷	۵۹/۴۰	۵/۱۶

در خانم‌های والیبالیست به‌طور معناداری دامنه چرخش خارجی مفصل شانه بیشتر ($P=0/35/0$) و خطای بازسازی زاویه کمتر ($P=0/017$) از خانم‌های غیرورزشکار بود، در حالی که هیچ‌گونه تفاوت معناداری در آستانه درک حرکت بین دو گروه مشاهده نگردید ($P=0/392$) (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج آزمون تی مستقل برای مقایسه خطای بازسازی زاویه و آستانه درک حرکت و دامنه چرخش خارجی شانه غالب آزمودنی‌ها دو گروه ورزشکار و غیرورزشکار

متغیر	زنان ورزشکار		زنان غیرورزشکار	
	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار
دامنه حرکت چرخش به خارج	۹۴/۶۶	۱۰/۷۶	۸۶/۲۶	۹/۷۹
خطای بازسازی زاویه	۳	۲/۶۷	۶	۳/۷۷
آستانه درک حرکت	۰/۳۳	۰/۴۸	۰/۵۳	۰/۷۴

بحث

بر اساس نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، دامنه حرکتی چرخش خارجی زنان ورزشکار بیشتر از زنان غیرورزشکار بود. محققین بیان می‌کنند دامنه حرکتی چرخشی شانه در بازوی غالب در ورزشکاران والیبالیست ماهر به سمت وضعیت چرخش خارجی بیشتر و چرخش داخلی کمتر کشیده می‌شود (۱۰، ۱). در توضیح این تغییر فرضیه میکروتروما مطرح شده است. این فرضیه بیان می‌دارد که ورزشکاران پرتابی احتمالاً به دلیل استرس مکرر وارده به کپسول قدامی- تحتانی مفصل در طی حرکت پرتابی، چرخش خارجی شدیدتری را در ابداعشان نشان می‌دهند (۱، ۱۰، ۱۳).

همچنین حس وضعیت مفصل شانه غالب افراد ورزشکار دقیق‌تر از غیرورزشکاران بود، چون دارای خطای بازسازی زاویه کمتری بودند. در حالی که تفاوت معناداری در حس حرکت بین دو گروه مشاهده



ممکن در دستگاه سی.پی.ام. مورد استفاده بود. گفته شده که هر چقدر سرعت حرکت پایین تر باشد، دقت آزمون حس حرکت بالاتر می باشد و اغلب سرعت ۵/۰ درجه در ثانیه در تحقیقات استفاده شده است، در حالی که پایین ترین سرعت دستگاه مورد استفاده ۱ درجه در ثانیه بود. بنابراین با توجه به پایین تر بودن میانگین آستانه حس حرکت در والیبالیست ها، شاید بتوان گفت که با انتخاب دستگاه اندازه گیری دقیق تر، تست حس عمقی هم در والیبالیست ها می توانست دقیق تر باشد. همچنین برای امکان تعمیم نتایج در والیبالیست ها پیشنهاد می شود این تحقیق در جامعه آماری بزرگتری که گروه مردان را نیز شامل شود انجام پذیرد.

نتیجه گیری

والیبالیست ها دارای دامنه چرخش خارجی بیشتر و خطای بازسازی زاویه کمتری در اندام فوقانی غالب خود نسبت به افراد عادی می باشند. در حالی که از نظر حس حرکت تفاوت قابل توجهی با غیرورزشکاران ندارند. شانه پرتاب کننده در ورزشکارانی که حرکات ناگهانی و پرتابی در اندام فوقانی انجام می دهند، به طور مکرر در معرض حرکات چرخشی شدید می باشد. این منجر به تطابق عصبی-عضلانی می شود و بدین ترتیب می تواند باعث بهبود حس عمقی گردد.

و اندام غالب روی دامنه حرکتی شانه به این نتیجه رسیدند که تفاوت بین دامنه حرکتی چرخشی شانه در دو سمت غالب و غیر غالب در حدی است که مقایسه بین دو سمت می تواند گمراه کننده باشد (۱۴). همان طور که پیش از این اشاره شد، حس عمقی شکل خاصی از مدالیتی حس لمس است و تشکیل شده از حس های حرکت و وضعیت مفصل. حس عمقی آگاهانه برای عملکرد مناسب مفصل در ورزشها، فعالیت های زندگی روزمره و کارهای تخصصی ضروری است. حس عمقی ناآگاهانه عملکرد عضلات را هماهنگ می کند و ثبات رفلکسی را فراهم می کند (۱۰، ۳).

عمل پرتاب خصوصاً در سطح بالا مستلزم این است که پرتاب کننده مکرراً شانه خود را در معرض حرکات دورانی نیرومند و مکرر قرار دهد. این منجر به آموزش (training) عصبی-عضلانی شده و تمرین عصبی-عضلانی باعث بهبود حس عمقی می شود (۱۰، ۵). معمولاً تکرار می تواند یادگیری را به همراه داشته باشد. یادگیری ادراکی^۱ به معنی افزایش دادن ظرفیت تمایز حسی در نتیجه تمرین می باشد که در مدالیتی های حسی مثل بینایی، شنوایی و ویراسیون لمسی مشاهده شده است. یادگیری ادراکی می تواند منتهی به بهبود پردازش سیگنال در یک وضعیت آشنا شده و بدین ترتیب منجر به افزایش دقت حس و وضعیتی شود (۱۵). یکی از محدودیت های این مطالعه، پایین ترین سرعت موجود و

منابع:

- 1-Wilk KE, Meister K, Andrews JR. Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *The American Journal of Sports Medicine* 2002;30(1):136-151
- 2-Curtis AS, Deshmukh R. Throwing injuries: diagnosis and treatment. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery* 2003;19(10,Supplement 1):80-5.
- 3-Riemann BL, Lephart SM. The sensorimotor system , part 1: The physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training* 2002;31(1):71-79
- 4-Myers JB, Lephart SM. The role of the sensorimotor system in the athletic shoulder. *Journal of Athletic Training* 2000;35(3):351-363.
- 5-Pappas AM, Zawacki RM, Mccarthy CF. Rehabilitation of the pitching shoulder. *The American Journal of Sports Medicine* 1985;13(4):223.
- 6-Carson Jr WG. Rehabilitation of the throwing shoulder. *Clin Sports Med* 1989;8(4):657-89.
- 7-Altchek DW, Dines DM. Shoulder Injuries in the Throwing Athlete. *J Am Acad Orthop Surg* 1995;3(3):159-65.
- 8-Allegretti M, Whiney S, Lephart SM, Irrgang JJ, Fu F. Shoulder kinesthesia in healthy unilateral athletes participating in upper extremity sports. *J Orthop Sports Phys Ther* 1995;21(4):220-6

- 9-Blasier RB, Carpenter JE, Huston LJ. Shoulder proprioception: Effect of joint laxity , joint position ,and direction of motion. *Orthodontic Review* 1994;23(1):45-50
- 10-Safran MR, Borsa PA, Lephart SM, Fu F, Warner JP. Shoulder proprioception in baseball pitchers. *Sports Med.* 2001;10(5):438-444
- 11-Lephart SM, Borsa PA, Warner JP, Kocher MS, Fu F. Proprioception of the shoulder joint in healthy, unstable, surgically repaired shoulders. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 1994;3(6):371-380
- 12-Wilk KE, Andrews JR, Arrigo CA, Keirns MA, Erber DJ. The strength characteristics of internal and external rotator muscles in professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine* 1993;21(1):61-66
- 13-Levine WN, Brandon ML, Stein BS, Gardner TR, Biagliani LU, Ahmad CS. Shoulder adaptive changes in youth baseball players. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2006; 15(5):562-566
- 14-Barnes CJ, Van Steyn SJ, Fischer RA, et al. The effects of age, sex, and shoulder dominance on range of motion of the shoulder. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery* 2001;10(3):242-246.
- 15-Janwantanakul P, Magarey ME, Jones MA, Dansie BR. Variation in shoulder position sense at Mid and Extreme range of motion. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82(6):840-844