مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی سمنان- جلد ۷، شماره ۱ و ۲، پائیز و زمستان ۱۳۸٤

بررسی و مقایسه حس عمقی مفصل مچ پا در زنان (۲۰ تا ۳۰ ساله) سالم غیرورزشکار، ورزشکار با فعالیت پرشی و ورزشکار بدون فعالیت پرشی

فرزانه مسلمی حقیقی* (M.Sc)، فرحناز غفاری‌نژاد (M.Sc)
دانشگاه علوم پزشکی شیراز، دانشکده توان‌بخشی

چکیده

سابقه و هدف: یکی از حس‌های مهم بدن که انسان را در درک وضعیت(Position) و حرکت (Motion) اندام یاری می‌کند، حس عمقی (Proprioception) مفصل نام دارد که اهمیت آن در مفصل مچ پا بیش‌تر از مفاصل دیگر است. تحقیق حاضر به منظور بررسی و مقایسه حس عمقی مفصل مچ پا در زنان غیرورزشکار سالم و زنان ورزشکار با فعالیت پرشی و ورزشکار بدون فعالیت پرشی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه، یک تحقیق تجربی است که در آن ۶۳ زن سالم با محدوده سنی ۳۰-۲۰ سال در ۳ گروه ۲۱ نفری افراد غیرورزشکار، افراد ورزشکار بدون فعالیت پرشی و افراد ورزشکار با فعالیت پرشی مورد ارزیابی قرار گرفتند. داده‌ها به‌وسیله اندازه‌گیری حس عمقی توسط دو گونیامتر پدال‌دار از ۴ حرکت مفصل مچ پا جمع‌آوری گردید. روش آماری مورد استفاده، آزمون غیرپارامتریک کروسکال والس بوده است.

یافته‌ها: بررسی داده‌ها نشان داد که حداکثر میزان خطای تمام حرکات اندازه‌گیری شده، در گروه ورزشکاران بدون فعالیت پرشی و حداقل آن در گروه ورزشکاران با فعالیت پرشی می‌باشد و در افراد سالم غیرورزشکار، این میزان کم‌تر از ورزشکاران بدون فعالیت پرشی بوده است. هم‌چنین در بررسی اختلاف میانگین زاویه در بین گروه‌ها، فقط حرکت دورسی فلکسیون به‌طور معنی‌داری در گروه ورزشکاران با فعالیت پرشی کم‌تر از سایر گروه‌ها بوده است (P =۰/۰۲۴).

نتیجه‌گیری: در این تحقیق مشخص شد که ورزش‌های پرشی در تقویت حس عمقی مفصل مچ پا مؤثرند؛ که این تأثیر بیش‌تر بر روی دقت حرکت دورسی فلکسیون می‌باشد. لذا پیشنهاد می‌شود تا برای تقویت این حس، فعالیت‌های پرشی در برنامه ورزشی افراد گنجانده شود، یا در بازآموزی تعادلی افراد، به این حرکت توجه خاصی معطوف گردد.

واژه‌های کلیدی: حس عمقی، مفصل مچ پا، فعالیت‌های پرشی، ورزشکار

مقدمه

آگاهی هر فرد از بدن خود و ارتباط آن با محیط اطراف، حس مفصلی (Articular sense) یا حس عمقی نام دارد [۵،۲۳]. این حس موجب اطلاع فرد از وضعیت حرکت مفصل شده و در نهایت باعث نظم بخشیدن به انقباض عضلانی به منظور حرکت مفصل و استحکام آن می‌گردد [۵،۲۱،۲۳]. گیرنده‌های این حس در دوک‌های عضلانی (Muscle spindles)، گلژی تندون ارگان (Golgi tendon organ)، لیگامان، مفصل و پوست قرار دارند و اطلاعات از طریق فیبرهای قطور میلین‌داری مخابره

* نویسنده مسئول. تلفن: ۰۷۱۱-۶۲۶۵۱۰۸، نمابر: ۰۷۱۱-۶۲۷۲۴۹۵، E-mail: rehabdep@sums.ac.ir

تاریخ دریافت: ۸۳/۱۰/۳؛ تاریخ پذیرش: ۸۴/۱۲/۴

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]

می‌شود که جسم سلولی آن‌ها در عقده‌های ریشه پشتی نخاع (Dorsal root ganglia) واقع است [۱۴،۱۹].

حس عمقی باعث برنامه‌ریزی سیستم عصبی – عضلانی جهت انجام و کنترل حرکت و هم‌چنین انقباضات مناسب عضلانی می‌شود که درنهایت این دو عامل باعث ایجاد ثبات مفصل به صورت دینامیک می‌گردد [۲۶،۱۳،۶]. هرعاملی که باعث کاهش حس عمقی گردد می‌تواند منجر به بروز عدم ثبات مکانیکی گشته و درنهایت مفصل را مستعد ضربات خفیف و آسیب نماید. علاوه بر این با ایجاد ضایعات لیگامانی در مفصل، به‌طور معکوس حس عمقی مفصل بیش‌تر کاهش می‌یابد [۱۹،۱۴،۴]. در میان مفاصل بدن، مچ پا به دلیل تحمل وزن بدن و تنوع حرکات اهمیت خاصی دارد. این مفصل به همراه بافت‌های نرم و لیگامان‌های اطراف، حرکت و استحکام مچ پا را تأمین می‌کند. دقت حس عمقی به‌خصوص در مفصل مچ پا، در حفظ کارکرد درست مفصل در حین فعالیت روزانه و ورزش و مهارت‌های حرکتی(Occupational task) لازم است [۱۵]. ناتوانی در حس عمقی مفصل مچ پا باعث تغییر هماهنگی حرکت و الگوهای موتوری مانند افزایش زمان شروع به انقباض عضلات اطراف مفصل و کاهش دامنه انقباض آن‌ها شده، احتمال پیچ‌خوردگی مفصل مچ پا را افزایش می‌دهد [۱۵،۳،۲۳]. ریچی گزارش کرد که کاهش ایمپالس‌های حس عمقی از گیرنده‌های مفصل، می‌تواند به بروز وضعیت غیرطبیعی در بدن و کاهش پاسخ‌های رفلکسی پوسچرال منجر شده و درنهایت احتمال آسیب به مفصل مچ پا را به‌خصوص در حین فعالیت‌های ورزشی یا روزمره افزایش دهد [۲۱]. حس عمقی مفصل مچ پا بر روی تعادل بدن نیز تأثیر مستقیم دارد [۳۱]. کاهش حس عمقی مفصل مچ پا می‌تواند بر روی تعادل بدن تأثیر منفی داشته و آن‌را کاهش دهد. در مطالعاتی که در مورد ارتباط این دو عامل انجام شده، مشخص گردید که کاهش حس عمقی مفصل مچ پا احتمال زمین خوردن فرد را افزایش می‌دهد [۱۶،۱۸]. تراپ [۲۵] ارتباط معنی‌داری بین عدم ثبات پوسچر و احتمال پیچ خوردگی مفصل مچ پا نشان داد. او نشان داد که ممکن است در افراد با کاهش حس عمقی مفصل مچ پا و کاهش کنترل این مفصل، منجر به عدم ثبات مزمن مفصل و عدم ثبات پوسچر شود. هرچند تحقیقاتی بر روی میزان حس عمقی مفصل مچ پا در وضعیت‌های مختلف با تحمل وزن و بدون تحمل وزن انجام شده [۱۷،۲،۲۰]، ولی در مورد تأثیر ورزش‌های متفاوت بر روی این حس تحقیقات کمی صورت گرفته است. گزارش‌هایی در مورد تأثیر مثبت ورزش‌هایی مانند تای‌چی [۳۰] و ژیمناستیک [۱،۷،۲۸] بر روی حس عمقی مفصل مچ پا گزارش شده است.

یک استراتژی جهت کاهش نقصان حس عمقی و کاهش زمین خوردن، فعالیت‌های ورزشی منظم است [۱۹]. ورزش می‌تواند به بهبود سیستم‌های حس موتوری که جهت ثبات بدن فعالیت می‌کنند، کمک کند [۸]. به‌هر حال فرم‌های مختلفی از ورزش ممکن است اثرات متفاوتی را بر روی بهبود حس عمقی و ثبات پوسچر بدن داشته باشد. در دو نوع از ورزش‌های هوازی شامل شنا و دویدن که باعث بهبود سیستم قلبی- عروقی و تقویت عضلات می‌شوند، بر روی آگاهی از حس عمقی مفاصل تأکید نمی‌شود.

با توجه به این‌که آسیب‌های مفصل مچ پا و کشیدگی لیگامان‌های این ناحیه به‌دنبال کاهش حس عمقی رخ می‌دهند [۲۱]، بررسی تأثیر انواع ورزش‌های رایج بر روی این حس می‌تواند به احتمال پیش‌بینی آسیب به این مفصل کمک کند، هم‌چنین از احتمال زمین‌خوردن افراد به ویژه در سنین بالاتر بکاهد.

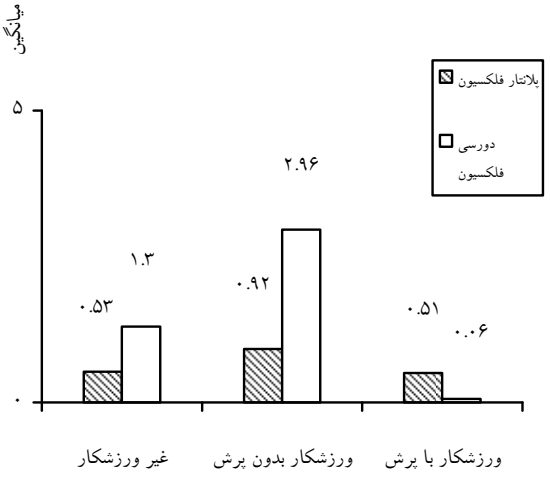
در این پژوهش، حس عمقی مفصل مچ پا در دو نوع ورزش که از نظر میزان انداختن وزن بر روی مفصل مچ پا کاملاً با یک‌دیگر متفاوت می‌باشند و مقایسه آن‌ها با گروه غیرورزشکار مورد بررسی قرار گرفته است، تا تأثیر ورزش‌های مختلف بر روی این مفصل بهتر شناخته شود. با این شناخت می‌توان با ارائه بهتر برنامه‌های تمرینی از آسیب‌های مفصل مچ پا به دلیل کاهش حس عمقی در ورزش‌های خاص جلوگیری نمود.

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]

مواد و روش‌ها

این بررسی یک مطالعه تجربی است که در آن حس عمقی مفصل مچ پا در سه گروه مختلف مقایسه گردیده است. تعداد کل نمونه‌ها ۶۳ زن سالم در محدوده سنی ۲۰ تا ۳۰ سال بودند، که هیچ‌گونه سابقه آسیب به مفصل مچ پا و بیماری نوروپاتی نداشتند. روش نمونه‌گیری به صورت ساده انجام پذیرفت و نمونه‌ها در سه گروه ۲۱ نفره زنان سالم غیرورزشکار، زنان سالم ورزشکار با فعالیت پرشی و زنان سالم ورزشکار بدون فعالیت پرشی تقسیم‌بندی شدند. به دلیل حذف متغیرهای احتمالی، این سه گروه از نظر قد و وزن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند و همه افراد تحت مطالعه از نظر شاخص فربهی در گروه نرمال قرار داشتند. زنان ورزشکار در این پژوهش شامل افرادی بودند که حداقل به مدت ۳ سال متوالی و حداقل سه روز در هفته به مدت دو ساعت به فعالیت ورزشی مشغول بودند. ورزشکاران با فعالیت پرشی شامل ورزشکاران رشته‌های والیبال و بسکتبال و ورزشکاران بدون فعالیت پرشی شامل شناگران بودند. با استفاده از گونیامتر پدال‌دار که توسط متخصص فنی ارتوپدی از روی مدل مورد استفاده بویل و همکاران تهیه شده بود، حس عمقی مفصل مچ پا اندازه‌گیری شد [۹].

جهت اندازه‌گیری حس عمقی، فرد روی یک صندلی به گونه‌ای می‌نشست که زاویه تنه با ران و ران با زانو در حالت ۹۰ درجه قرار می‌گرفت. ارتفاع صندلی طوری انتخاب شده بود که کف پاهای فرد به سطح زمین نرسد. سپس پای راست شخص در داخل گونیامتر قرار گرفته و توسط استرپ بسته شده و جهت حذف مداخله‌گر بینایی، در حین اندازه‌گیری، چشم‌های نمونه‌ها توسط پارچه سیاه‌رنگی بسته می‌شد. پای نمونه‌ها به صورت غیرفعال (Passive) تا دامنه میانی حرکت برده می‌شد. این زوایا با توجه به مرجع معتبر [۱۰] برای دورسی فلکسیون ۱۰ درجه، پلانتار فلکسیون ۲۰ درجه، اینورسیون ۱۵ درجه و اورسیون ۱۰ درجه بود. سپس از فرد مورد آزمایش خواسته می‌شد که پای خود را به صورت فعال تا زاویه مورد نظر ببرد. برای هر حرکت سه بار آزمایش تکرار شده و درنهایت میانگین سه زاویه به‌دست آمده به عنوان عدد اصلی برای هر حرکت، ثبت می‌گردید. اختلاف بین زاویه برده شده توسط نمونه با زاویه‌ای که تراپیست برای فرد برده بود، به عنوان زاویه خطا مورد بررسی آماری قرار گرفت. برای جلوگیری از خطا، تمام حرکات توسط یک معاینه‌گر آموزش دیده و با یک سرعت به فرد آزمایش شونده داده می‌شد. پس از گردآوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل نهایی به‌وسیله روش غیرپارامتریک کروسکال والس با (α=۰/۰۵) در محدوده ۹۵٪ صورت گرفته است.



نمودار ۱. زاویه خطای حرکت دورسی فلکسیون و پلانتار فلکسیون در سه گروه مورد مطالعه

نمودار ۲. زاویه خطای حرکت اینورسیون و ایورسیون در سه گروه مورد مطالعه

نتایج

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]

با بررسی زوایای اندازه‌گیری شده در چهار حرکت مفصل مچ پا مشخص گردید که حداکثر زوایای خطای مفصلی در گروه ورزشکاران بدون فعالیت پرشی و حداقل میزان آن در گروه ورزشکاران با فعالیت پرشی وجود داشته است (نمودار ۱ و ۲)؛ هرچند که این اختلاف زاویه تنها در حرکت دورسی فلکسیون در دو گروه ورزشکاران بدون پرش و غیرورزشکاران (P=۰/۰۱۵) و دو گروه ورزشکاران بدون فعالیت پرشی و ورزشکاران با فعالیت پرشی معنی‌دار بوده است (P=۰/۰۰۰). این اختلاف بین دو گروه ورزشکاران با فعالیت پرشی و افراد غیرورزشکار معنی‌دار نبود. در واقع این حرکت در ورزشکاران با فعالیت پرشی دارای کم‌ترین خطا بوده و این گروه توانسته‌اند حرکت را بیش از سایر گروه‌ها تشخیص دهند، ولی ورزشکاران بدون فعالیت پرشی، حرکت دورسی فلکسیون را با بیش‌ترین خطا انجام داده‌اند (جدول ۱). اختلاف زاویه خطا سه حرکت دیگر مفصل مچ پا در سه گروه، اختلاف معنی‌داری را نشان نداده است.

جدول ۱. بررسی خطای میانگین دامنه حرکتی مفصل مچ پا در سه گروه

خطای زاویه	خطای دورسی فلکسیون		خطای پلانتار فلکسیون		خطای اینورسیون		خطای اورسیون	
گروه	میانگین ±انحراف معیار	P value	میانگین ±انحراف معیار	P value	میانگین ± انحراف معیار	P value	میانگین ±انحراف معیار	P value
ورزشکار پرشی	۰/۰۶±۰/۰۲		۰/۵۴±۰/۰۴		۰/۹۳±۰/۱۲		۰/۷۵±۰/۰۸	
ورزشکار غیر پرشی	۲/۹۶±۰/۵۳	۰/۰۲۴	۰/۹۲±۰/۱۱	۰/۷۳	۱/۸۹±۰/۳۵	۰/۱۷۲	۱/۳±۰/۱۷	۰/۳۱۸
غیر ورزشکار	۱/۳±۰/۲۱		۰/۵۳±۰/۰۶		۱/۴۳±۰/۲۱		۱/۲۱±۰/۲۰	

بحث و نتیجه‌گیری

در مقایسه سه گروه، مشاهده گردید که حداقل زاویه خطای ثبت شده در گروه ورزشکاران با فعالیت پرشی و حداکثر زاویه خطا مربوط به گروه ورزشکاران بدون فعالیت پرشی بوده است، که نشان‌دهنده ارتباط حس عمقی مفصل مچ پا با نوع ورزش می‌باشد. به‌نظر می‌رسد فعالیت‌های پرشی توأم با تحمل وزن در بهبود وضعیت این حس مؤثر می‌باشند. در ورزشکاران بدون فعالیت پرشی که اغلب شناگران می‌باشند، علاوه بر عدم وجود حرکات پرشی و اعمال وزن زیاد، به‌دلیل خاصیت آب، این مفصل متحمل نیروی وزن کم‌تری حتی در مقایسه با افراد غیرورزشکار می‌باشد و به همین دلیل بیش‌ترین خطای زاویه مربوط به این گروه است. هم‌چنین به‌نظر می‌رسد تأثیر وزن و جاذبه باعث بهبود حس عمقی می‌شود. مک کال [۱۷] در افرادی که به مدت ۱۷ روز در فضا بوده‌اند، مشاهده نمود که حس عمقی زانو و آرنج هر دو نسبت به قبل از پرواز کاهش یافته‌اند. رفشاک [۲۰] نیز در تحقیق خود به این نتیجه رسید که حس عمقی مفصل مچ پا در فعالیت‌های توأم با تحمل وزن، دقیق‌تر از سایر حالت‌های بدون تحمل وزن می‌باشد. با توجه به این‌که یکی از علل کشیدگی و آسیب‌دیدگی لیگامان مفصل مچ پا، کاهش حس عمقی این مفصل می‌باشد [۲۷،۱۰،۲۹،۲۲]؛ بنابراین به‌نظر می‌رسد افرادی که ورزش‌های بدون تحمل وزن انجام می‌دهند، به خصوص شناگران بیش‌تر از افراد عادی در معرض آسیب‌دیدگی مفصل مچ پا حتی در فعالیت‌های روزانه می‌باشند. در مقایسه اختلاف میانگین زاویه خطا حرکات مفصل مچ پا در هر سه گروه، هرچند که در تمام حرکات خطای گروه ورزشکار پرشی کم‌تر از سایر گروه‌ها بود ولی تنها در حرکت دورسی فلکسیون در این گروه نسبت به دو گروه دیگر اختلاف، معنی‌دار شد (P=۰/۰۲۴). نتایج این تحقیق با نتایج کلارک [۵]، میرباقری [۱۹]، دوان [۶] و ایوانکو [۱۲] هم‌خوانی دارد. آنان در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که گیرنده‌های دوک عضلانی ماهیچه‌های پشتی ساق پا نقش به سزایی در درک حس عمقی این مفصل به خصوص در حرکت دورسی فلکسیون دارند و زمانی‌که این گیرنده‌ها در اثر کشیدگی عضله مذکور تحریک می‌شوند، حتی بدون دخالت

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]

اعصاب مربوطه، قادر به کنترل و درک حرکت رو به بالای مچ پا می‌باشند.

هم‌چنین واکنش‌های وضعیتی در حین ایستادن به دلیل فعالیت گیرنده‌های حس عمقی در جهت حرکت دورسی فلکسیون می‌باشند. هلم [۱۱] در مطالعه‌ای که بر روی افراد مبتلا به پیچ‌خوردگی مفصل مچ پا انجام داد به این نتیجه رسید که این افراد، در حس حرکت دورسی فلکسیون مشکل بیش‌تری داشتند و به‌دنبال درمان‌های انجام شده، حس این حرکت دیرتر از سایر حرکات بهبودی پیدا کرد.

به نظر می‌رسد دلیل معنی‌دار شدن حرکت دورسی فلکسیون به دلیل زیادتر بودن گیرنده‌های این حرکت نسبت به حرکات دیگر می‌باشد. این گیرنده‌ها که در دوک‌های عضلانی پشت ساق پا موجودند، در اثر کشیده شدن بالک عضله توسط دورسی فلکسیون، تحریک گردیده و شروع به فعالیت می‌کنند. هم‌چنین ترکیب فعالیت گیرنده‌های مکانیکی واقع در کپسول و ساختار مفصلی، باعث انقباض رفلکسی ماهیچه‌های آن مفصل می‌گردد. بنابراین باید گیرنده‌های موجود در دوک عضلانی را نیز به گیرنده‌های مفصلی در درک حس عمقی اضافه کرد؛ ولی بایستی توجه داشت که گیرنده‌های عضلانی در دامنه وسیع‌تری از حرکت تحریک می‌گردند. پس درنهایت می‌توان گفت که حس وضعیتی حرکتی مفصل، ترکیبی از اطلاعات مخابره شده توسط گیرنده‌های داخل خود مفصل و گیرنده‌های داخل دوک عضلانی می‌باشد.

به طور کلی با توجه به نتایج حاصله می‌توان بیان داشت که فعالیت‌های پرشی، در بهبود وضعیت حس عمقی مفصل مچ پا مؤثر هستند. با توجه به این‌که مفصل مچ پا بر روی بالانس تنه و جلوگیری از آسیب‌های لیگامانی مچ پا به‌خصوص در ورزشکاران نقش عمده‌ای ایفا می‌کند، می‌تواند مشکلات عمده‌ای را برای فرد به‌وجود آورد. بنابراین جهت تقویت حس عمقی این مفصل بایستی توجه خاص به حرکت دورسی فلکسیون اعمال گردد، هم‌چنین ورزش‌های توأم با تحمل وزن، جزو برنامه تمرینی تمام گروه‌های ورزشی به‌خصوص افرادی که ورزش‌های بدون تحمل وزن مانند شنا انجام می‌دهند، گنجانده شود.

تقدیر و تشکر

این طرح با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز انجام گرفته و در سیزدهمین کنگره فیزیوتراپی ایران ارائه گردیده است.

بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شیراز که هزینه این تحقیق را تأمین کرده است و هم‌چنین از خانم‌ها شبنم زمانی و رز فولادی که در جمع‌آوری داده‌ها، گروه تحقیق را یاری کردند قدردانی می‌نماید.

منابع

[1] Aydin T, Yildiz Y, Yildiz C, Atesalp S, Kalyon TA. Proprioception of the ankle: a comparison between female teenaged gymnasts and controls. Foot Ankle Int, 2002; 23(2):123-9.

[2] Baroni G, Pedrocchi A, Ferrigno G. Motor coordination in weightless conditions revealed by long-term microgravity adaptation. Acta Astronautica, 2001; 49(3-10):199-213

[3] Bouet V, Gahery Y. Muscular exercise improves knee position sense in humans. Neurosci Lett, 2000; 289(2): 143-6.

[4] Boyle J, Negus V. Joint position sense in the recurrently sprained ankle. Austr J Physiother, 1998; 44:159–163.

[5] Clark FJ, Burgess RC, Chapin JW, Lipscomb WT. Role of intramuscular receptors in the awareness of limb position. J Neurophysiol, 1985; 54(6):1529-40.

[6] Devanne H, Maton B. Role of proprioceptive information in the temporal coordination between joints. Exp Brain Res, 1998; 119(1):58-64.

[7] Forkin DM, Koczur C, Battle R. Evaluation of kinesthetic deficits indicative of balance control in gymnasts with unilateral chronic ankle sprains. J Orthop Sports Phys Ther, 1996; 23(4):245-50.

[8] Gauchard GC, Jeandel C, Tessier A, Perrin PP. Beneficial effect of proprioceptive physical activities on balance control in elderly human subjects. Neurosci Lett, 1999; 273(2):81-4.

[9] Gordan DS. Pedal goniometer to assess ankle proprioception. Arch Phys Med Rehabil, 1988; 69(6):461-2.

[10] Hertel J. Functional anatomy, pathomechanics and pathophysiology of lateral ankle instability. J Athl Train. 2002; 37(4):364-75.

[11] Hislop HJ. Daniels and Worthingham's muscle testing: techniques of manual examination. 7th ed. Philadelphia: W.B Saunders, 2002. p.226-40.

[12] Holme E, Magnusson SP, Becher K, Bieler T, Aagaard P, Kjaer M. The effect of supervised rehabilitation on strength, postural sway, position sense and re-injury risk after acute ankle ligament sprain. Scand J Med Sci Sports, 1999; 9(2):104-9.

[13] Ivanenko YP, Solopova IA, Levik YS. The direction of postural instability affects postural reactions to ankle muscle vibration in humans. Neurosci Lett, 2000; 292(2):103-6.

[14] Konradsen L, Ravn JB, Sorensen AI. Proprioception at the ankle: The effect of anaesthetic blockade of ligament receptors. J Bone Joint Surg (Br), 1993; 75-B:433-6.

[15] Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. Am J Sports Med, 1997; 25(1):130-7.

[16] Lord SR, Rogers MS, Howland A. Lateral stability, sensorimotor function and falls in older people. J Am Geriatircs, 1999; 47:1077-87.

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]

[17] McCall GE, Goulet C, Boorman GI, Roy RR, Edgerton VR. Flexor bias of joint position in humans during spaceflight. Exp Brain Res, 2003; 152(1):87-94.

[18] Mergner T, Maurer C, Peterka RJ. A multisensory posture control model of human upright stance. Prog Brain Res, 2003; 142:189-201.

[19] Mirbagheri MM, Barbeau H, Kearney RE. Intrinsic and reflex contribution to human ankle stiffness: variation with activation level and position. Exp Brain Res, 2000; 135:423-36.

[20] Refshauge KM, Fitzpatrick RC. Perception of movement at the human ankle: effects of leg position. J Physiol, 1995; 488 (Pt 1):243-8.

[21] Richie DH Jr. Functional instability of the ankle and the role of neuromuscular control: a comprehensive review. J Foot Ankle Surg, 2001; 40(4):240-51.

[22] Ross SE, Guskiewicz KM. Examination of static and dynamic postural stability in individuals with functionally stable and unstable ankles. Clin J Sport Med, 2004; 14(6):332-8.

[23] Sammarco GJ. Rehabilitation of the foot and ankle. 1st ed. Mosby-Year Book. 1995. p.26.

[24] Subotnick SI. Sports medicine of the lower extremity. 2nd ed. New York: Churchill Livingstone, 1999. p.286.

[25] Tropp H, Odenrick P. Postural control in single-limb stance. J Orthop Res, 1988; 6(6):833-9.

[26] van Deursen RW, Sanchez MM, Ulbrecht JS, Cavanagh PR. The role of muscle spindles in ankle movement perception in human subjects with diabetic neuropathy. Exp Brain Res, 1998; 120(1):1-8.

[27] Verhagen EA, van Mechelen W, de Vente W. The effect of preventive measures on the incidence of ankle sprains. Clin J Sport Med, 2000; 10:291–6.

[28] Vuillerme N, Teasdale N, Nougier V. The effect of expertise in gymnastics on proprioceptive sensory integration in human subjects. Neurosci Lett, 2001; 311(2):73-6.

[29] Willams TM, Witvrouw E, Delbaere K, Philippaerts R, De Bourdeaudhuij I, De Clercq D. Intrinsic risk factors for inversion ankle sprains in females--a prospective study. Scand J Med Sci Sports, 2005; 15(5):336-45.

[30] Xu D, Hong Y, Li J, Chan K. Effect of tai chi exercise on proprioception of ankle and knee joints in old people. Br J Sports Med, 2004; 38(1):50-4.

[31] You SH, Granata KP, Bunker LK. Effects of circumferential ankle pressure on ankle proprioception, stiffness, and postural stability: a preliminary investigation. J Orthop Sports Phys Ther, 2004; 34(8):449-60.

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]

[Downloaded from koomeshjournal.semums.ac.ir on 2024-07-31]