

Research Paper

Comparison of Both Contraction and Peak Muscle Contraction of Selected Lower Limb Muscles When Landing on Different Levels In

S. Abrifam¹, A. Fatahi², H. Matin Homayi³

1. Department of Sports Biomechanics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Department of Sports Biomechanics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran (Corresponding Author)
3. Department of Sports Physiology, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received Date: 2022/04/17

Accepted Date: 2022/07/12

Abstract

Jumping and landing is one of the most common and repetitive skills in volleyball. The surface stiffness of the factor will affect the injuries because the change in the amount of this parameter will increase the applied forces. The present study is of quasi-experimental type, causal-comparative model and applied type. The statistical sample consisted of 14 volleyball players aged 18 to 20 years. Subjects were asked to perform a defensive movement on the net and the electrical activity of the muscles was recorded by an 8-channel bioelectromyography device based on the SENIAM protocol on 4 selected muscles of the lower extremities (biceps femoris, vastus lateralis, gastrocnemius, anterior tibialis). To determine the effect of surface type on research variables, analysis of variance with repeated measures was used and for differences, Bonferroni post hoc test was used. The results showed that when jumping and landing on the tatami, grass and sand surfaces, there was no significant difference ($p \leq 0.05$), but in the anterior and twin buttock muscles, there was a significant difference between the levels ($p = 0.00$). In the analysis of variance test between the subjects, no significant difference was observed between the peak performance of muscle activity in external extensor muscles and biceps. There is also no significant difference between co-contraction function in knee and ankle joint ($p \leq 0.05$), with the difference that the mean percentage of co-contraction on the grass is highest and on sand is lowest in the knee joint and lowest in the ankle joint. On sand and the highest amount was seen on tatami. According to the results of the present study; The sex of the surfaces affects the electrical activity of the selected muscles of the lower limb; There was

1. Email: dr.afm2020@yahoo.com

2. Email: ali.fatahi@iauctb.ac.ir

3. Email: M.homaeii@gmail.com



a significant difference between the function of the anterior and twin muscles when jumping and landing on the tatami, grass and sand surfaces, but at the beginning of the activity of the biceps, anterior and twin muscles on three levels, no difference was observed. On the other hand, there is a significant difference between the end time of external broad muscle activity between tatami, sand and grass surfaces and the comparison of biaxial pair's electrical activity between tatami and sand surfaces. However, there is a need for more studies and scientific documentation to generalize and apply the results obtained on people at different levels and the electrical activity of their muscles.

Keywords: Different Levels, Jump, Descent, Electromyography, Co-Contraction, Selected Lower Limb Muscles.

Extended Abstract

Background and Purpose

Landing technique is one of the basic and important parts of many sports events. This complex operation requires the coordination of the upper, lower and trunk limbs in absorbing the forces entering the body and maintaining the stability of the thigh, knee and ankle joints during movement. Improper landing after jumping during sports activities is one of the important causes of lower limb injuries. Factors affecting the severity of these injuries include the forces and torques applied to the body during landing, the type of surface, and the landing height. Recently, the surface on which a person moves has been considered as a potential factor in the frequency and severity of lower extremity injuries.

Materials and Methods

The present study is considered as a quasi-experimental, causal-comparative and applied research. The statistical population of this study included 14 young male volleyball players with an age range of 18 to 20 years from Karaj who were selected through convenience random sampling method. The participants were healthy with no injuries or abnormalities in the lower limbs in the last 6 months. Written informed consent was obtained from all subjects to participate in this study. Then, the participants' height was measured with a meter and weight with a digital scale. An 8-channel electromyography device was used for installing surface electrodes on the participants' body skin to record their electrical activity of muscles. The surface electrodes made of silver chloride were installed on 4 selected muscles of the lower limb including biceps femoris, vastus lateralis, gastrocnemius, and anterior tibialis muscle with a distance of 20 mm from the center of the electrode. To describe the data, the mean and standard deviation of the Shapiro-Wilk test were used to evaluate the normality of the data distribution. In the inferential statistics section, the repeated measures analysis of variance test



was used to detect the effect. Bonferroni's post hoc test was used on the research variables of level type and for checking the differences.

Findings

According to the results, there was no significant difference when jumping and landing between the grass, sand and tatami surface ($p < 0.05$), but a significant difference was observed between the surfaces in the gastrocnemius muscle and Tibialis anterior ($p = 0.00$). There was no significant difference between the peak performance of muscle activity in the vastus lateralis and biceps femoris muscles in the analysis of variance test between the subjects. In addition, there was no significant difference between co-contraction performance in the knee joint and ankle joint ($p \leq 0.05$), with the difference that the mean co-contraction percentage is the highest on grass and the lowest on sand in the knee joint and the lowest in the ankle joint. The lowest amount was seen on sand and the highest amount was seen on tatami. The results obtained from the present study show that the type of surfaces affects the electrical activity of selected muscles of the lower limb. Therefore, a significant difference was observed between the performance of the tibialis anterior muscle and the gastrocnemius muscle when jumping and landing on tatami, grass and sand, but no difference was observed in the start time of biceps, anterior calf and calf muscles on the three surfaces. On the other hand, there was a significant difference between the end time of the activity of the external broad muscle between the tatami, sand, and grass surfaces and the comparison of the paired electrical activity of the biceps muscle between the tatami and sand surfaces. Nevertheless, there is a need to do more research and collect scientific evidence to generalize and apply the results obtained on people at different surfaces and their electrical activity of muscles.

Conclusion

The findings of the present study showed that surfaces affected the electrical activity of lower limb muscles and there was a significant difference between the performance of tibialis anterior and gastrocnemius muscles when jumping and landing on tatami, grass and sand surfaces. However, no difference was observed in the onset of the biceps, anterior calf and calf muscles in these three muscles. Besides, there was a significant difference between the end time of the external broad muscle activity between the tatami, sand and grass surfaces and the comparison of the bicep's electrical activity between the tatami and sand surfaces.

Keywords: Different Surfaces, Jumping-Landing, Electromyography, Co-Contraction, Selected Lower Limb Muscles



The Message of the Article

According to the study's findings, it can be stated that in the case of athletes, a surface with a higher stiffness cannot necessarily be a factor in increasing the force applied to bone-joint elements, and on the contrary, a smoother surface reduces these forces and reduces injuries. It seems that the adaptive reaction of the person in muscle activity and subsequently, joint stiffness before landing on surfaces with different stiffness is the cause of this factor.

References

1. Yalfani A, Raeisi Z, The Effect of Different Landing Techniques on Electromyography (EMG) Activity of Selected Lower Extremity Muscles before and after Fatigue in Female Athletes, *Journal of Sports Medicine*, 2016 (In prison).
2. Kiani P, far pour N, Majlisi M, Range of motion and angular velocity analysis during landing from different heights, of the lower limb joints in patients with reconstructed anterior cruciate ligaments, *Quarterly Journal of Anesthesiology and Pain*, 2016. (In prison).
3. Fatahi A, Yousefian Molla R, Tabatabai Ghomsheh F, Ameli M, Relationship between Temporal Variables and Rate of Force Development during Block Jump Skill in Junior Volleyball Players, *journal of advanced sports technology*, 2021. (In prison).
4. Soltani Echi M, Motamedi P, Rajabi H, Acute effects of plyometric training with changing of height landing on the electromyographic activity during preparatory phase land-jump, *Quarterly Journal of Research in Sports Medicine and Technology*, 2015. (In prison).
5. Fatahi A, Malahovizeh N, Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Volleyball Players: A Review, *journal of clinical physiotherapy research*, 2021. (In prison).
6. Fatahi A, Yousefian Molla R, Ameli M, Three-Dimensional Analysis of Selected Kinetics and Impulse Variables between Middle and Wing Volleyball Attackers during Block Jump Based on Integration Method. (In prison).
7. Reza Nader pour, Shahram Lenjan Nejadian, Ahmad Reza Movahedi. Kinematic parameters of the takeoff phase in the spike behind the volleyball line. *Spring and Summer 2016 Sports Medicine Studies* No. 19.
8. Farzaneh Shokri an, Davood Khezri, Hassan Matin Homayi , Ali Fatahi 4 Comparison of electrical activity of selected ankle muscles in athletes when descending from different heights, the 5th International Conference on Sports Science, 2019. (In prison)



مقایسه هم‌انقباضی و اوج انقباض عضلانی عضلات منتخب اندام تحتانی هنگام

فرود روی سطوح مختلف در مهارت دفاع روی تور

صبا ابریفام^۱، علی فتاحی^۲، حسن متین همایی^۳

۱. دانشجوی دکتری تخصصی از دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز

۲. استادیار، گروه بیومکانیک ورزشی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

۳. دانشیار، گروه فیزیولوژی ورزشی

تاریخ پذیرش ۱۴۰۱/۰۴/۲۱

تاریخ ارسال ۱۴۰۱/۰۱/۲۸

چکیده

پرش و فرود یکی از اساسی‌ترین مهارت‌های شایع و پرتکرار در والیبال است. سفتی سطح عاملی مؤثر بر آسیب‌هاست؛ زیرا تغییر در میزان این پارامتر افزایش نیروهای اعمالی را به همراه دارد. پژوهش حاضر از نوع نیمه تجربی، مدل علی-مقایسه‌ای و کاربردی است. نمونه آماری ۱۴ نفر والیبالیست ۱۸ تا ۲۰ سال بودند. از آزمودنی‌ها خواسته شد حرکت دفاع روی تور را انجام دهند و فعالیت الکتریکی چهار عضله منتخب اندام تحتانی (عضلات بایسمپس فموریس، واستوس لترالیس، گاستروکنمیوس، تیبیالیس قدامی) با استفاده از دستگاه الکترومایوگرافی بایود هشت کاناله و بر اساس پروتکل SENIAM روی ثبت شد. برای تأثیر نوع سطح بر متغیرهای پژوهش از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و برای وجود تفاوت از آزمون تعقیبی بونفونی استفاده شد. نتایج نشان داد هنگام پرش و فرود روی تاتامی بین سطح چمن و شن اختلاف معناداری وجود ندارد ($p \geq 0.05$)، اما در عضله ساقی قدامی و دوقلو در بین سطوح اختلاف معناداری دیده شد ($p = 0.00$). در آزمون تحلیل واریانس بین عملکرد اوج فعالیت عضلانی در عضلات پهن خارجی و دو سر رانی آزمودنی‌ها هیچ اختلاف معناداری دیده نشد. همچنین بین عملکرد هم‌انقباضی در مفصل زانو و مچ پا هیچ اختلاف معناداری وجود ندارد ($p \geq 0.05$)، با این تفاوت که میانگین درصد هم‌انقباضی در مفصل زانو روی چمن بیشترین و روی شن کمترین میزان را داشت و در مفصل مچ پا کمترین میزان روی شن و بیشترین میزان روی تاتامی دیده شد. با توجه به نتایج پژوهش حاضر؛ جنس سطوح بر فعالیت الکتریکی عضلات منتخب اندام تحتانی تأثیر می‌گذارد؛ به طوری که بین عملکرد عضله ساقی قدامی و دوقلو هنگام پرش و فرود بر روی سطح تاتامی چمن و شن اختلاف معناداری مشاهده شد، اما در زمان شروع فعالیت عضلات دوسر رانی، ساقی

1. Email: dr.afm2020@yahoo.com

2. Email: ali.fatahi@iauctb.ac.ir

3. Email: M.homaeii@gmail.com



قدامی و دوقلو روی سه سطح تفاوتی مشاهده نشد. از طرفی، بین زمان پایان فعالیت عضله پهن خارجی بین سطوح تاتامی، شن، چمن و مقایسه فعالیت الکتریکی زوجی عضله دوسر رانی بین سطوح تاتامی و شن اختلاف معناداری وجود دارد. باین حال، برای تعمیم و کاربرد نتایج روی افراد در سطوح مختلف و فعالیت الکتریکی عضلات آن‌ها به مطالعات و مستندات علمی بیشتری نیاز است.

واژگان کلیدی: سطوح مختلف، پرش، فرود، الکترومایوگرافی، هم‌انقباضی، عضلات منتخب اندام تحتانی.

مقدمه

پرش و فرود مؤلفه‌های بنیادی و بسیار مهم در اجرای تکنیک‌های دفاع روی تور، سرویس پرشی و اسپیک محسوب می‌شود (۱). مهارت دفاع روی تور، اسپیک (قدرتی یا سرعتی) از مهم‌ترین عوامل پیش‌بینی‌کننده موفقیت در طول مسابقات والیبال است؛ بنابراین بررسی عوامل مؤثر بر این مهارت‌ها اهمیت بسیار زیادی دارد (۲). عوامل کلیدی در اجرای مؤثر تکنیک‌های پرش و فرود در مهارت‌هایی چون پرش بلوکی شامل: ارتفاع پرش، نوع سطح، کینماتیک بخش‌ها و مرکز جرم بدن است. همچنین نقش متغیر سرعت و زمان‌بندی صحیح مراحل مختلف این مهارت از نظر بیومکانیکی مهم‌تر از سایر عوامل دارد. علاوه بر این، هماهنگی اندام فوقانی و تحتانی و تنه در جذب نیروهای وارد بر بدن و همچنین حفظ ثبات مفاصل ران، زانو و مچ پا در حین حرکت اهمیت زیادی دارد (۳،۴).

سطح چمن مصنوعی از الیاف پلیمری و پلاستیک مانند تولید می‌شود. به این ترتیب می‌توان گفت جنس چمن مصنوعی از پلاستیک است و به لحاظ فنی در تولید کفپوش سبز چمن از این الیاف استفاده می‌شود (۵). چمن مصنوعی پلاستیکی قوی‌ترین و مستحکم‌ترین نوع از چمن‌های مصنوعی است. این نوع چمن بدون توجه به تراکم رفت‌وآمد، فشار و وزن افراد قادر است شکل اولیه خود را حفظ کند. جنس پلاستیکی می‌تواند حرارت بسیار زیاد را تحمل کند و به همین دلیل در کشورهای گرمسیر بهترین گزینه به شمار می‌آید (۶). سطح تشک تمرینی که با استفاده از فوم ای وی ای (Eva) ساخته می‌شود، نرم، قابل انعطاف و قابل حمل است (۷). این نوع کفپوش‌ها از ترکیب فوم‌های ضدآبی به نام ای وی ای با دیگر ترکیبات فوم پلی‌اتیلن ساخته می‌شود. تشک تمرینی در مدل‌ها و ضخامت‌های مختلف و ابعاد ثابت و استاندارد تولید می‌شوند و خاصیت ضربه‌گیری فوق‌العاده‌ای دارند. سطح ماسه بادی نرم و سبک است و میزان آسیب‌های رایج در ورزش‌هایی که پرش و فرود بسیاری دارند، در مقایسه با سالن تمرینی که سطح سخت و مسطحی دارند — که برای بازی والیبال و دیگر ورزش‌های سالنی طراحی می‌شود — بسیار کمتر است (۸).



هنگام فعالیت‌های ورزشی، فرود نامناسب پس از پرش یکی از علل مهم بروز آسیب‌های اندام تحتانی است. مقدار نیروی عکس‌العمل واردشده از زمین به بدن طی عمل فرود میزان آسیب به فرد را افزایش می‌دهد، به طوری که هنگام فرود از ارتفاع مشابه، نیروی عکس‌العمل زمین معادل چهار تا شش برابر وزن بدن فرد به وی نیرو وارد می‌کند (۹). همچنین فعالیت هم‌زمان عضلات آگونیست و آنتاگونیست و عملکرد این عضلات در اطراف مفاصل از نظر بیومکانیکی حائز اهمیت است؛ زیرا باعث حفظ ثبات و پایداری مفاصل خواهد شد (۱۰) از جمله عوامل مؤثر در شدت و بروز مجدد این آسیب‌ها، نیروها و ممان‌های واردبر بدن در حین فرود، نحوه اجرای حرکت فرود، نوع سطح و ارتفاع فرود است (۱۱). فرود روی سطوح مختلف پاسخ‌های عضلانی متفاوتی را در بر خواهد داشت. سفتی سطح عاملی مؤثر در بروز آسیب‌های استخوانی-مفصلی اندام تحتانی شمرده شده است؛ زیرا تغییر در میزان این پارامتر افزایش نیروهای اعمالی را به دنبال خواهد داشت (۱۲). از میان مطالعات انجام‌شده در حوزه بررسی تأثیر سطح و میزان جلوگیری از شیوع آسیب‌های مطرح‌شده در تکنیک پرش-فرود می‌توان به نتایج پژوهش مد باغبانی و همکاران (۱۳) اشاره کرد که بیان کردند نوع سطحی که ورزشکار مستقیم (مانند کف پوش) یا غیرمستقیم (کفش، و غیره) با آن در تماس است، از مهم‌ترین عوامل در پیشگیری از آسیب‌های ناشی از فرود است. در حال حاضر، ثابت شده سطحی که انسان روی آن حرکت انجام می‌دهد، عاملی بالقوه در فرکانس و شدت آسیب‌های اندام تحتانی است. تأثیر سطح بر چگونگی اعمال نیروی عکس‌العمل عمودی زمین و ضربه حاصل از این نیرو یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مرتبط با ایمنی سطح به شمار می‌رود. فرجاد پزشک و همکاران (۱۴) به این نکته اشاره کردند که اگر ورزشکار روی سطحی با سفتی زیاد حرکت کند، سفتی اندامش کاهش و هنگامی که روی سطحی با سفتی کم حرکت می‌کند، سفتی اندامش افزایش خواهد یافت. فرزامی و همکاران (۱۵) اشاره کردند که اغلب بارگذاری زیاد و کاهش ناگهانی شتاب در حین فرود می‌تواند با آسیب‌هایی از جمله: اسپرین مچ پا، صدمات غضروفی، استرس فراکچر، تندینوپاتی پاتلا، سندروم درد پاتلوفمورال و آسیب رباط صلیبی قدامی همراه باشد. در صورتی که ورزشکار روی سطحی با سفتی زیاد حرکت کند، سفتی اندام وی کاهش و هنگامی که روی سطحی با سفتی کم حرکت کند، سفتی اندامش افزایش خواهد یافت. فتاحی و همکاران (۱۶) بیان کردند که متغیر سرعت نقشی بسزا در اجرای مهارت فرود دارد و عوامل مختلف کوچک و بزرگی می‌توانند در تغییر آن مؤثر باشند؛ بنابراین تحلیل دقیق سرعت، در زمان اجرای تکنیک پرش دفاع روی تور توسط انواع اسپکرها امری ضروری است؛ زیرا سبب بهبود این عملکرد و نیز پیشگیری از آسیب خواهد شد. فتاحی و همکاران (۱۷) در مطالعه‌ای با عنوان «آسیب رباط صلیبی قدامی در زنان ورزشکار والیبالیست» به این نتیجه رسیدند که کاهش فعالیت عضلانی



زانو در زنان هنگام فرود از نظر مکانیکی بازدارنده همسترینگ در مقابل نیروهای قدامی است و در نتیجه ACL را تحت استرس بیشتری قرار می‌دهد. در خصوص شتاب بیشتر مفصل زانو در زنان، با استفاده از قانون دوم نیوتن، مشاهده شتاب بیشتر در محور جلویی-عقبی در زانو را می‌توان به بیشتر بودن اعمال نیروی وارد شده مرتبط دانست. از این رو در شرایطی که در حرکت قدامی زانو نیروی بیشتری اعمال شود، به مکانیسم‌هایی همچون ACL که نقش کنترل حرکت روبه‌جلو را در زانو دارند، فشار بیشتری وارد می‌شود. شکریان و همکاران (۱۸) بیان کردند که از دیدگاه عصبی-عضلانی یکی از مکانیسم‌های احتمالی مؤثر بر فعالیت فرود، افزایش هم‌انقباضی عضلانی است، هم‌انقباضی به‌عنوان درصدی از فعالیت هم‌زمان عضلات موافق-مخالف، تاکتیکی نرمال برای کنترل حرکتی است، به‌خصوص در فعالیت‌هایی که به تعادل بیشتری نیاز دارد، (از جمله تکنیک پرش-فرود). بنابراین، هدف از پژوهش حاضر مقایسه هم‌انقباضی و اوج انقباض عضلانی عضلات منتخب اندام تحتانی هنگام فرود روی سطوح مختلف در مهارت دفاع روی تور است.

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع نیمه‌تجربی، کاربردی و با مدل علی-مقایسه‌ای است. جامعه آماری پژوهش را والیبالیست‌های حرفه‌ای جوان مرد تشکیل می‌دادند. نمونه آماری شامل ۱۴ نفر والیبالیست حرفه‌ای مرد جوان در محدوده سنی ۱۸ تا ۲۰ سال بود که به‌صورت نمونه در دسترس و تصادفی ساده انتخاب شدند. برای مشخص کردن حجم نمونه آماری از فرمول کوکران استفاده شد و با توجه به اینکه ممکن بود برخی آزمودنی‌ها در حین انجام کار تمایلی به ادامه همکاری نداشته باشند، نمونه انتخابی ۱۰ الی ۲۰ درصد بیشتر از حجم نمونه محاسبه شده در نظر گرفت تا در پایان کار حجم نمونه‌ها از حجم نمونه محاسبه شده کمتر نباشد. آزمودنی‌ها سالم و فاقد هرگونه آسیب‌دیدگی و ناهنجاری در اندام تحتانی طی شش ماه گذشته بودند و در صورت وجود هرگونه درد در ناحیه کمری و اندام تحتانی طی عمل پرش-فرود از مطالعه خارج شدند. همچنین، افرادی که دچار آسیب‌دیدگی حاد، شکستگی یا سابقه جراحی در اندام فوقانی/تحتانی و بیماری‌های خاص یا ژنتیکی بودند، از طریق پرسش‌نامه سلامت پزشکی از مطالعه خارج شدند. بررسی ناهنجاری‌های آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون نیویورک انجام شد. سپس فرم کتبی رضایت آگاهانه، به‌منظور شرکت در این کار پژوهشی توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد. در مرحله آزمون از هر یک از شرکت‌کنندگان خواسته شد دفاع روی تور را انجام دهند و پای برتر آزمودنی‌ها با استفاده از آزمون سقوط در حالت چشم‌بسته و پرسش‌نامه پای برتر واترلو تعیین شد. سپس قد و وزن آزمودنی‌ها توسط متر نواری و ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری



شد. فعالیت الکتریکی چهار عضله منتخب اندام تحتانی برتر شامل عضلات بایسمپس فموریس، واستوس لترالیس، گاستروکنمیوس، تیبیالیس قدامی توسط دستگاه الکترومایوگرافی باپود هشت کاناله و الکترودهای سطحی از جنس کلرید نقره روی سه سطح ماسه بادی، چمن مصنوعی، و تشک تمرینی، بر اساس پروتکل استاندارد اروپایی سنیم با فاصله مرکز تا مرکز الکتروود ۲۰ میلی‌متر روی پای برتر آزمودنی‌ها ثبت شد. مدت‌زمان انجام آزمون‌ها برای هر نفر ۲۰ دقیقه بود و هر آزمودنی سه پرش روی سه سطح مختلف با ویژگی‌های استاندارد انجام می‌داد. تمامی این اطلاعات ثبت و از آزمودنی‌ها خواسته شد در هنگام اجرای آزمون‌ها، هیچ‌گونه حرکت اضافی از جمله صحبت کردن نداشته باشند؛ زیرا موجب خطا در ثبت داده‌ها و آزمون‌ها خواهد شد. آزمودنی‌ها به گرم کردن انفرادی خود که شامل دویدن با سرعت اختیاری، نرمش و فرود بود پرداختند و سپس آزمون حداکثر انقباض ارادی (MVC) عضلات منتخب انجام شد. در ادامه با فاصله استراحت ۳۰ دقیقه‌ای دفاع روی تور به عمل آمد. سپس جفت الکترودها در امتداد راستای عضلات قرار داده شدند و برای ثبات الکترودها و کابل‌ها روی پوست و جلوگیری از ایجاد خطا و اختلال و ایجاد اغتشاش با باندکشی ثابت شدند. به‌منظور پردازش داده‌ها، ابتدا داده‌های خام وارد نرم‌افزار متلب شد، سپس یک فیلتر باترورث میان‌گذر با فرکانس قطع ۵۰۰- ۱۰ هرتز با مرتبه ۴ انجام شد (۱،۲). بعد از نرمال شدن بر حداکثر مقدار MVC، RMS سیگنال EMG محاسبه شد. درنهایت، مقدار حداکثر RMS استخراج شد و از این رو حداکثر انقباض ارادی عضلات هر آزمودنی به‌صورت مجزا و تک‌نفره محاسبه شد. پیش از انجام آزمون حداکثر انقباض ارادی، افراد عضلات را چند مرتبه منقبض کردند تا اطمینان حاصل شود که آزمونی حداکثر انقباض ارادی را به‌درستی انجام داده است. در هر آزمون ضمن ثبت سیگنال الکترومایوگرافی افراد حداکثر انقباض ارادی را به اندازه پنج ثانیه انجام دادند. تمامی مراحل تجزیه و تحلیل آماری توسط نرم‌افزار SPSS انجام شد. در بخش آمار توصیفی از میانگین و انحراف استاندارد برای توصیف داده‌ها و از آزمون شاپیروویلیک برای ارزیابی نرمال بودن توزیع داده‌ها استفاده شد. در بخش آمار استنباطی برای تشخیص تأثیر نوع سطح بر متغیرهای پژوهش از آزمون تحلیل واریانس با اندازه‌گیری‌های مکرر و برای وجود تفاوت از آزمون تعقیبی بونفرونی و به‌منظور محاسبه شاخص CI یا Co-contraction index، نسبت بین عضلات آنتاگونیست و به کل فعالیت عضلات از معادله زیر استفاده شد.

$$CI = \frac{2I_{ant}}{I_{Total}} \times 100\%$$



نتایج

مشخصات جمعیت‌شناختی پسران جوان والیبالیست در جدول شماره ۱ گزارش شده است.

جدول ۱- مشخصات جمعیت‌شناختی آزمودنی‌های شرکت‌کننده در پژوهش (N=14)

سن (سال)	وزن (کیلوگرم)	قد (متر)
۱۸/۲۳ ± ۲/۳	۷۲/۶۴ ± ۱۴/۱۲	۱۸۳/۱۹ ± ۶/۳

بر اساس نتایج آزمون تحلیل واریانس بین عملکرد اوج فعالیت عضلانی در عضلات پهن خارجی و دو سر رانی هنگام پرش و فرود روی سطح تاتامی، چمن و شن اختلاف معناداری مشاهده نشد ($p \geq 0/05$)، اما در عملکرد عضله ساقی قدامی و دوقلو در بین سطوح مختلف اختلاف معناداری دیده شد ($p = 0/00$). بر اساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی، در عملکرد عضله ساقی قدامی تنها بین سطوح تاتامی و چمن اختلاف معناداری مشاهده شد ($p \leq 0/05$). به‌طور کلی، در عضله دوقلو بین سطوح تاتامی و شن ($p = 0/00$)، تاتامی و چمن ($p = 0/00$) اختلاف معناداری وجود داشت (جدول شماره ۲).

جدول ۲- نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌سویه به‌منظور مقایسه عملکرد اوج فعالیت عضلانی هنگام پرش و فرود روی سه سطح تاتامی، چمن و شن

عضلات	گروه	میانگین	SD	F	P-value
پهن بیرونی (VL)	تاتامی	۲/۰۱	۰/۹۹	۲/۷۶	۰/۰۷
	چمن	۲/۲۱	۰/۹۳		
	شن	۲/۸۲	۰/۹۵		
دوسر رانی (BF)	تاتامی	۱/۱۶	۰/۸۹	۱/۰۶	۰/۳۵
	چمن	۱/۴۳	۱/۳۱		
	شن	۰/۹۰	۰/۵۳		
ساقی قدامی (TA)	تاتامی	۱/۷۴	۰/۸۹	۵/۲۰	* ۰/۰۱
	چمن	۲/۸۲	۴/۸۸		
	شن	۲/۴۷	۰/۹۶		
دوقلو (GNM)	تاتامی	۲/۰۱	۱/۰۳	۳۳/۵۱	* ۰/۰۰
	چمن	۴/۵۰	۰/۷۲		
	شن	۴/۱۸	۰/۸۵		

* اختلاف معنادار ($P \leq 0/05$)



بر اساس یافته‌های پژوهش، بیشترین مقدار عددی میانگین درصد هم‌انقباضی در عضلات زانو به سطح چمن و کمترین مقدار میانگین سطح شنی اختصاص دارد، اما بین عملکرد هم‌انقباضی در مفصل زانوی والیبالیست‌های جوان همچنین هیچ اختلاف معناداری وجود ندارد ($p \geq 0/05$). همچنین کمترین میانگین هم‌انقباضی در مفصل مچ پا مربوط به سطح شنی و بیشترین میانگین هنگام پرش روی سطح تاتامی مشاهده شد، ولی بین سطوح چمن، شن و تاتامی اختلاف معناداری مشاهده نشد ($p \geq 0/05$) (جدول شماره ۳).

جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس یک‌سویه به‌منظور مقایسه عملکرد هم‌انقباضی عضلانی هنگام پرش و فرود روی سه سطح تاتامی، چمن و شن

عضلات	گروه	میانگین	SD	F	P-value
شاخص زانو CI (%)	تاتامی	۷۰/۴۷	۴۰/۸۹	۰/۳۴	۰/۷۰
	چمن	۷۲/۳۸	۴۱/۴۸		
	شن	۶۱/۱۴	۳۰/۸۸		
شاخص مچ پا CI (%)	تاتامی	۹۲/۷۴	۳۲/۸۰	۰/۱۶	۰/۹۸
	چمن	۹۱/۷۴	۳۱/۱۴		
	شن	۹۰/۲۱	۴۷/۶۴		

* اختلاف معنادار ($P \leq 0/05$)

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف مقایسه هم‌انقباضی و اوج انقباض عضلانی عضلات منتخب اندام تحتانی هنگام فرود روی سطوح مختلف در مهارت دفاع روی تور انجام شده است. نتایج آزمون تحلیل واریانس بین دو گروه‌ها نشان داد بین عملکرد اوج فعالیت عضلانی در عضلات پهن خارجی و دو سر رانی هنگام پرش و فرود روی سطح تاتامی، چمن و شن هیچ اختلاف معناداری وجود ندارد، اما در عملکرد عضله ساقی قدامی و دوقلو در بین سطوح مختلف اختلاف معناداری دیده شد. بر اساس نتایج آزمون تعقیبی بونفرونی، در عملکرد عضله ساقی قدامی تنها بین سطوح تاتامی و چمن اختلاف معناداری در عملکرد عضله دیده شد. به‌طور مشابه در عضله دوقلو نیز بین سطوح تاتامی و شن تاتامی و چمن اختلاف معناداری دیده شد (جدول شماره ۲). همچنین بین عملکرد هم‌انقباضی در مفصل زانو هیچ اختلاف معناداری وجود ندارد، هرچند درصد هم‌انقباضی روی چمن بیشترین میانگین و روی شن کمترین میانگین را به خود اختصاص داده بود. در مفصل مچ پا نیز اختلاف معناداری دیده نشد. به‌طور مشابه



کمترین میانگین مربوط به هم‌انقباضی مفصل مچ پا روی شن بود، اما بیشترین میانگین هنگام پرش روی ناتامی دیده شد (جدول شماره ۳). پژوهشی که نتایجش در این خصوص همسو با پژوهش حاضر باشد، یافت نشد. عربانتزی و همکاران بیان کردند (۲۰۰۰)^۱ که ارتفاع پرش و الگوهای فعال‌سازی EMG برای پرش‌های ۲۰ و ۴۰ سانتی‌متری قطره‌ای مشابه است، اما از آنجاکه وقتی ارتفاع سقوط از حد معینی فراتر می‌رود الگوهای فعال‌سازی عضلات اندام تحتانی تغییر می‌کند، این شاخص‌ها در پرش ۶۰ سانتی‌متر متفاوت است. الگوی فعال‌سازی عضلات از آنچه در مقالات شرح داده شده منحرف شده است. بحر اول و همکاران بیان کردند (۱۹۹۷)^۲ که به منظور کاهش احتمالی اندام تحتانی، پشتیبان‌های خارجی باید به مدت ۶ تا ۱۲ ماه پس از پیچ‌خوردگی مچ پا پوشیده شوند و ممکن است برنامه‌هایی برای پیشگیری از پیچ‌خوردگی مچ پا در والیبال ایجاد شود. مد باغبانی و همکاران (۱۳۹۶)^۳ در مطالعه‌ای با عنوان «تأثیر کینزیوتیپ بر کینماتیک پا حین فرود بر روی سطح سفت و نرم در افراد با و بدون پیچ‌خوردگی مچ پا» نشان دادند افراد مبتلا به پیچ‌خوردگی مچ پا، در مقایسه با افراد سالم، در حین فرود دورسی فلکشن کمتری در مفصل مچ پا داشتند. به‌علاوه، میزان سوپینیشن مچ پا حین فرود روی سطح پایدار و ناپایدار با کینزیوتیپ هنگام فرود تفاوت معناداری داشت ($p=0/001$). مقدار سرعت زاویه‌ای در افراد سالم، در مقایسه با افراد دارای پیچ‌خوردگی مچ پا، با استفاده از کینزیوتیپ کمتر بود ($p=0/40$). فرجاد پزشک و همکاران (۱۳۹۸)^۴ در بررسی اثر سفتی سطح بر سفتی اندام تحتانی، دریافتند با افزایش سفتی سطح و در سفت‌ترین سطح صفحه نیرو، سفتی اندام کاهش می‌یابد و به کمترین حد خود می‌رسد و در نرم‌ترین سطح ۲۰۰ کیلو نیوتن بر متر، سفتی اندام به بیشترین حد خود می‌رسد. با این حال، در سطوح میانه اختلاف معنادار بین سطوح مشاهده نشد، به‌طوری‌که در سطحی با بیشترین سفتی صفحه نیرو کمترین اوج نیروی عکس‌العمل زمین اعمال می‌شد، ولی در سطوح دیگر نیروها تقریباً مشابه بودند. هرچند تفاوت‌ها معنادار نبود، ولی در سه سطح ۳۰۰، ۴۰۰ و ۵۰۰ کیلو نیوتن بر متر به دنبال افزایش سفتی سطح، نیروی عکس‌العمل زمین افزایش یافت. کاظم موسوی و همکاران (۱۳۹۳)^{۱۵} عملکرد عضلات اطراف زانو را هنگام حرکت فرود تک‌پا از ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری در مردان دارای زانوی پرانتری و طبیعی بررسی کرد و نتایج نشان داد در فعالیت عضلات دوقلوی داخلی، نازکنی بلند، دوسر رانی و سرینی میانی تفاوت آماری معناداری وجود دارد. در فعالیت بقیه عضلات تفاوت آماری معناداری یافت نشد. شکریان و همکاران (۱۳۹۸)^{۱۸} با مقایسه فعالیت الکتریکی عضلات منتخب مچ پا در والیبالیست‌های حرفه‌ای مرد جوان هنگام فرود از ارتفاع‌های ۵۰٪، ۷۵٪، ۱۰۰٪ مختلف دریافتند میان اوج دامنه انقباض عضله دوقلو داخلی و خارجی و اوج دامنه انقباض عضله نعلی تفاوت معناداری مشاهده شده است.



پیام مقاله

با توجه به یافته‌های پژوهش حاضر چنین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در مورد ورزشکاران لزوماً سطحی با سفتی بیشتر نمی‌تواند عاملی برای افزایش نیروی اعمالی به عناصر استخوانی-مفصلی باشد و در مقابل، سطح نرم‌تر نیز کاهش این نیروها و کاهش آسیب به بافت استخوانی-مفصلی را به دنبال ندارد. به نظر می‌رسد واکنش تطبیقی فرد در فعالیت عضلانی و متعاقباً سفتی مفصلی پیش از فرود روی سطوح علت این آسیب باشد.

تشکر و قدردانی

پژوهش حاضر برگرفته از رساله دکتری نویسنده اول در گروه بیومکانیک ورزشی با راهنمایی جناب آقای دکتر علی فتاحی در دانشکده تربیت‌بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز است. از تمامی افراد شرکت‌کننده که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند کمال تشکر را داریم.

منابع

1. Arabantzi F, Papadopoulou C, Passas S, Komsis G, Gourgoulis V, editors. (2000). Electromyographic (EMG) activity of lower extremity musculature during drop jumping from different heights. ISBS-Conference Proceedings Archive.
2. Bahr R, Bahr I. (1997). Incidence of acute volleyball injuries: a prospective cohort study of injury mechanisms and risk factors. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 7(3):166-71.
3. Abe D, Muraki S, Yanagawa K, Fukuoka Y, Niihata S. Changes in EMG characteristics and metabolic energy cost during 90-min prolonged running. Gait & Posture 2007; 26:607-10.
4. Yalfani A, Raeisi Z, The Effect of Different Landing Techniques on Electromyography (EMG) Activity of Selected Lower Extremity Muscles before and after Fatigue in Female Athletes, Journal of Sports Medicine, 2016 (In prison)
5. Kiani P, Far pour N, Majlisi M, Range of motion and angular velocity analysis during landing from different heights, of the lower limb joints in patients with reconstructed anterior cruciate ligaments, Quarterly Journal of Anesthesiology and Pain, 2016. (In prison)
6. Fattahi A, Yousefian Molla R, Tabatabai Ghomsheh F, Ameli M, Relationship between Temporal Variables and Rate of Force Development during Block Jump Skill in Junior Volleyball Players, journal of advanced sports technology, 2021. (In prison)
7. Soltani Echi M, Motamedi P, Rajabi H, Acute effects of plyometric training with changing of height landing on the electromyographic activity during preparatory phase land-jump, Quarterly Journal of Research in Sports Medicine and Technology, 2015. (In prison)



8. Fattahi A, Malahovizeh N, Anterior Cruciate Ligament Injury in Female Volleyball Players: A Review, journal of clinical physiotherapy research, 2021. (In prison)
9. Fattahi A, Yousefian Molla R, Ameli M, Three-Dimensional Analysis of Selected Kinetics and Impulse Variables between Middle and Wing Volleyball Attackers during Block Jump Based on Integration Method. (In prison)
10. Reza Nader pour, Shahram Lenjan Nejadian, Ahmad Reza Movahedi. Kinematic parameters of the takeoff phase in the spike behind the volleyball line. Spring and Summer 2016 Sports Medicine Studies No. 19.
11. Amir Ali Jafarnejad Garou, Arefa Mokhtari Malekabadi, Aydin Valizadeh Orange. Comparison of Lower Limb Muscular Activities during Three Different Running Patterns in Pronated Feet Individuals with and without Low Back Pain Journal of Anesthesia and Pain, Volume 11, Number 4, Winter 1399. (In prison).
12. Mr. Kazem Mousavi, Raghd Architect. Comparison of maximum vertical force of ground reaction and electromyography of calf muscles in one-leg landing movement of men with braced and normal knees from different heights. Sports Medicine _ Fall and Winter 2014. (In prison).
13. Bagh Bani M, Amiri Khorasani MT, Daneshjoo A, Effect of Kinesio Taping on Ankle Joint Kinematics During Landing on Stable and Unstable Surfaces in Ankle Sprain and Health Persons, scientific journal of rehabilitation medicine, 2017. (In prison)
14. Farjad Pezeshk A, Sadeghi A, Shariatzadeh M, Safaeipour Z, Effect of Surface Stiffness on the Risk Factors Related to Ground Reaction Force during Two-Leg Landing, scientific journal of rehabilitation medicine, 2019. (In prison)
15. Farzami A, Sadeghi H, Fattahi A, The Effect of Fatigue Caused By Consecutive Jump-Landing On Plantar Pressure Characteristics During Stance Phase Of Walking In Adolescent Volleyball Players With And Without Sprain Ankle Injury, Journal of Sports Medicine, 2019. (In prison)
16. Fattahi A, Yousefian Molla R, Ameli M, Analysis of Selected Kinetic-Temporal Variables of Lower Extremity of Elite junior volleyball players during Block Jump Skill, International Conference on Sports Sciences, 2019. (In prison)
17. Fatahi A, Yousefi an, Molla R, Amelie M, Comparative Analysis of Jumping and Landing Velocity of the Young Elite Spikers of the Iranian National Volleyball Team While Performing Block Jump, journal of sports biometrics, 2020. (In prison)
18. Farzaneh Shokri an, Davood Khezri, Hassan Matin Homayi, Ali Fattahi 4 Comparison of electrical activity of selected ankle muscles in athletes when descending from different heights, the 5th International Conference on Sports Science, 2019. (In prison)



ارجاع دهی

ابریفام صبا، فتاحی، همایی حسن‌متین. مقایسه هم‌انقباضی و اوج انقباض عضلات منتخب اندام تحتانی هنگام فرود روی سطوح مختلف در مهارت دفاع روی تور. مطالعات طب ورزشی. پاییز ۱۴۰۱؛ ۱۴(۳۳)، ۸۱-۹۶. شناسه دیجیتال: 10.22089/SMJ.2022.12460.1590

Abrifam S, Fatahi A, Homayi H. M. Comparison of Both Contraction and Peak Muscle Contraction of Selected Lower Limb Muscles When Landing on Different Levels In. Sport Medicine Studies. Fall 2022; 14 (33): 81-96. (Persian). Doi: 10.22089/SMJ.2022.12460.1590

