Sport. Med. Stud, 2024, 17 (44): 49-64, Doi: 10.22089/smj.2025.17104.1768

Sport Medicine Studies

Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

Research Article

The Relationship Between Sleep Disorder with Landing Kinematic, Balance and Proprioception Lower Limb in Men with History of ACLR and Dynamic Knee Valgus

Mostafa Jalili Bafrouei[1], MohammadReza Seyedi[2*], Seyed Hossein Mirkarimpour[3]

1. Ph.D. student, Faculty of Physical education & sport sciences, University of Tehran, Tehran, Iran.
2. Assistant professor, Sports Medicine department, Sport Sciences Research Institute, Tehran, Iran.
3. Assistant professor, Shomal University, Amol, Iran.

Received: 18/08/2024, Revised: 22/04/2025, Accepted: 26/07/2022

* Corresponding Author:: Mohammadreza Seyedi, E-mail: Seyedi@ssrc.ac.ir

How to Cite: Jalili Bafrouei, M.; Seyedi, N.; Mirkarimpour, S. M. The Relationship Between Sleep Disorder with Landing Kinematic, Balance and Proprioception Lower Limb in Men with History of ACLR and Dynamic Knee Valgus. *Sport Medicine Studies*, (2025); 17(44), 49-64. Doi: 10.22089/smj.2025.17104.1768

Extended Abstract

Background and Purpose

Sleep, a vital biological need, occupies about 35% of human life and plays a crucial role in maintaining optimal physical, cognitive, and psychological health. For athletes, adequate sleep is essential as it enhances performance, promotes effective recovery, strengthens immune function, and facilitates learning and memory consolidation, while simultaneously reducing fatigue, mental stress, and risk of injury. However, athletes frequently face sleep disturbances due to factors such as high training loads, competition stress, frequent travel across time zones, and irregular daily schedules. These conditions often necessitate athletes to obtain 9–10 hours of sleep nightly to sustain optimal functioning. Sleep disorders including insomnia, sleep apnea, or circadian rhythm disruptions affect 30–45% of the global population and negatively influence neurological, endocrine, and motor functions, leading to impairments in balance, decision-making abilities, reaction times, and muscle strength.

This study focuses specifically on poor sleep quality as a potential and modifiable risk factor for secondary anterior cruciate ligament (ACL) injuries in athletes. ACL injuries significantly compromise knee stability, proprioception, and lower-limb movement kinematics, which cumulatively increase the risk of reinjury during dynamic sports activities. Additionally, factors such as gender, age, incomplete or inadequate rehabilitation, and persistent fatigue can further elevate these risks. Post-ACL reconstruction, altered lower-limb kinematics characterized by increased knee valgus and reduced flexion angles might predispose athletes to secondary injuries. Given the severe physical, psychological, and economic consequences of failed ACL repairs,

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

identifying modifiable risk factors such as sleep quality and disturbances is critically important. This research investigates the extent to which sleep disturbances exacerbate deficits in kinematics, balance, and proprioception, thereby contributing to the risk of secondary ACL injuries. The findings are expected to provide valuable insights for athletes, coaches, and clinicians and inform the development of targeted preventive strategies to reduce reinjury incidence and improve long-term athlete health and performance.

Materials and Methods

This study employed a descriptive, applied, and within-group design to investigate the relationship between sleep quality and functional outcomes including kinematics, balance, and proprioception in male athletes with a history of anterior cruciate ligament reconstruction (ACLR). The target population consisted of men residing in Tehran who had undergone ACLR at least six months prior, experienced non-contact injury mechanisms, and consistently played football at least twice weekly. Using G*Power software with a power of 0.80 and an effect size of 0.60, a calculated sample size of 44 participants was determined and selected purposively based on strict inclusion criteria to ensure homogeneity.

Inclusion Criteria consisted of males aged between 25 and 35 years, with a normal BMI range of 18–25 kg/m², who had received hamstring autograft ACLR, exhibited positive dynamic knee valgus during single-leg squat assessments, did not use sedatives or psychiatric medications in the preceding three months, had engaged in a minimum of 50 hours of sports activity annually before ACLR, completed standardized post-ACLR rehabilitation protocols, and had no history of prior lower-limb surgeries other than ACLR, nor any multi-ligament or osteochondral injuries.

Exclusion criteria included any discomfort, pain, or injury occurring during testing sessions or inability to complete the full assessment protocols. Participants were actively recruited through collaboration with physiotherapy clinics and knee surgeons in Tehran, ensuring access to relevant patient populations. This carefully controlled sample allows for focused examination of how sleep quality correlates with critical functional parameters relevant to athletic performance and reinjury risk following ACLR.

After signing informed consent, participants underwent a comprehensive battery of assessments designed to evaluate multiple dimensions of sleep quality and lower-limb functional performance.

1. Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI): This validated self-report questionnaire was used to assess various aspects of sleep disturbances and overall sleep quality in the preceding month. Scores equal to or greater than 6 were considered indicative of poor sleep quality, reflecting issues such as latency, duration, efficiency, and disturbances during sleep.
2. Single-Leg Squat Test: This functional movement test was employed to evaluate dynamic knee valgus, a critical biomechanical factor linked to lower-limb injury risk . Participants performed controlled single-leg squats while clinicians observed and recorded knee alignment deviations, which serve as indicators of neuromuscular control deficits.
3. Landing Error Scoring System (LESS): To analyze jump-landing kinematics, this standardized observational tool quantified common movement errors during drop landings. The LESS provides insight into biomechanical factors that may contribute to injury risk by identifying faulty landing mechanics, such as excessive knee valgus or inadequate trunk control.
4. Y-Balance Test (YBT): This dynamic balance test assessed participants' ability to maintain stability while reaching in multiple directions with one leg, reflecting neuromuscular coordination and proprioceptive integration critical for athletic performance and injury prevention.
5. Joint Position Sense Test (at 30° and 60° knee flexion): Proprioceptive accuracy was evaluated by measuring participants' ability to actively replicate targeted joint angles without visual feedback. Angle reconstruction errors quantified deficits in joint position

sense, which have important implications for motor control and stability following ACL reconstruction.

Data normality was confirmed via skewness/kurtosis tests. Simple linear regression (SPSS v27, $p \leq 0.05$) examined relationships between sleep quality (predictor) and functional outcomes (dependent variables).

Findings

PSQI Scores: Nearly half of participants (mean score ~6, range: 2–14) had clinically significant sleep disturbances.

Correlations:

- Strongest correlation: Sleep quality and balance ($r = +0.962$).
- Negative correlations: Sleep disturbances worsened LESS scores ($r = -0.768$) and proprioceptive errors at 30° ($r = -0.808$) and 60° ($r = -0.883$).

Regression Results: Sleep quality predicted:

- 92% of balance variance (YBT).
- 78% (60°) and 65% (30°) of proprioceptive error variance.
- 59% of landing kinematics (LESS).

Poor sleep quality significantly correlated with impaired landing mechanics, balance deficits, and reduced proprioception in ACLR patients. These findings highlight sleep as a modifiable risk factor for secondary ACL injuries, emphasizing its role in rehabilitation and injury prevention strategies.

Conclusion

This study examined the relationship between sleep disturbances in male athletes with ACL reconstruction (ACLR) and dynamic knee valgus, landing kinematics, balance, and proprioception. Results demonstrated that poor sleep quality significantly predicted deficits in landing mechanics, balance, and joint position sense (30° and 60° knee flexion), highlighting its role as a modifiable risk factor for secondary ACL injuries.

Sleep disturbances likely impair neuromuscular, sensory, and motor systems, directly compromising athletic performance. Supporting studies Marwanasari et al., 2024; Erlacher, 2024) found that sleep deprivation negatively affects memory, pain perception, immunity, and metabolism, while improved sleep enhances cognitive and physical performance. Similarly, Fullagar et al. (2023) linked adequate sleep to better skill acquisition and tactical learning in athletes.

Physiologically, sleep is critical for recovery. The glymphatic system clears neurotoxic waste (e.g., beta-amyloid) during deep sleep, while cytokines and growth hormones produced during sleep aid immune function and cellular repair (Souza et al., 2023). Poor sleep disrupts these processes, impairing proprioceptive accuracy, balance, and neuromuscular control. Silva et al. (2021) emphasized extending nighttime sleep or adding naps to boost performance, aligning with our findings.

In ACLR athletes with dynamic valgus, sleep-related deficits may exacerbate sensorimotor dysfunction. The brain integrates visual, vestibular, and proprioceptive inputs to coordinate movement; sleep deprivation likely disrupts this integration, increasing kinematic errors and balance instability. Checa et al. (2020) reported similar gait and balance impairments in sleep-deprived females, consistent with our Y-Balance and LESS results.

Keywords: Sleep disorder, Landing kinematic, Balance, Knee Proprioception, ACL reconstruction

Article Message

This study underscores the critical role of sleep quality in preventing secondary injuries. Routine and seasonal sleep assessments are recommended for athletes to reduce sleep disturbances and injury risk. Future research should explore the relationship between sleep quality and injury risk during functional activities, incorporating laboratory measurements, biomarkers, postural analysis, sex differences, and a range of lower limb disorders across different age groups.

Ethical Considerations

The study was approved by the Research Ethics Committee on 2024-05-25 under the code of IR.IAU.SRB.REC.1403.152.

Authors' Contributions

Mostafa Jalili Bafrouei: conceptualization, data collection, literature review, data analysis, manuscript writing, project administration.
Mohammadreza Seyedi: data collection, literature review, manuscript editing.
Seyed Hossein Mirkarimpour: data collection, literature review, manuscript revision.
All authors reviewed and approved the final manuscript.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest related to this study.

Acknowledgments

The authors extend sincere gratitude to all participants and staff at the physiotherapy and rehabilitation centers who supported this research, including Arvand Physiotherapy Center, Sarir Rehabilitation Center, Dr. Mohammad Ali Sazegari Ardakani, and Arad Hospital.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مطالعات طب ورزشی، تابستان ۱۴۰۴، دوره ۱۷، شماره ۴۴، صص ۱۲۸-۴۹، Doi: 10.22089/smj.2025.17104.1768

مطالعات طب ورزشی
Journal hompage: https://smj.ssrc.ac.ir

مقالۀپژوهشی

رابطه اختلال خواب با کینماتیک فرود، تعادل و حس عمقی اندام تحتانی در مردان با سابقه بازسازی ACL و والگوس پویای زانو

مصطفی جلیلی بفروئی[۱]، محمدرضا سیدی[۲*]، سیدحسین میرکریم پور[۳]

۱. دانشجوی دکترای تخصصی، دانشکده علوم ورزشی و تندرستی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
۲*. استادیار گروه طب ورزشی، پژوهشگاه تربیت بدنی و علوم ورزشی، تهران، ایران.
۳. استادیار دانشکده علوم ورزشی، دانشگاه شمال، آمل، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۸، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۰۲، تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۰۲/۱۲

*نویسنده مسئول: محمدرضا سیدی، E-mail: Seyedi@ssrc.ac.ir

How to Cite: Jalili Bafrouei, M.; Seyedi, N.; Mirkarimpour, S. M. The Relationship Between Sleep Disorder with Landing Kinematic, Balance and Proprioception Lower Limb in Men with History of ACLR and Dynamic Knee Valgus. *Sport Medicine Studies*, (2025); 17(44), 49-64. Doi: 10.22089/smj.2025.17104.1768

چکیده

یکی از شایع‌ترین چالش‌های ورزش، آسیب‌های ورزشی و بازگشت ورزشکار در کوتاه‌ترین زمان ممکن به ورزش و سطح ایده‌آل قبلی است. شناخت عوامل خطرزا و پیشگیری از آن نیز بسیار حائز اهمیت و کاربردی است. تحقیقات گذشته تأثیر انواع عوامل آسیب‌زای ACL را بررسی کرده‌اند، اما مطالعات کمی به نقش کیفیت خواب در بروز آسیب ACL و به طور ویژه آسیب ثانویه ACLR پرداخته‌اند؛ ازاین‌رو هدف این پژوهش بررسی، رابطه اختلال خواب با کینماتیک فرود، تعادل و حس عمقی اندام تحتانی در مردان با سابقه جراحی بازسازی ACL و ولگوس پویای زانو بود. تعداد ۴۴ مرد که سابقه جراحی ACL و ولگوس پویای زانو داشتند، به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شدند. برای تشخیص اختلال خواب از پرسشنامه پیتزبورگ استفاده شد. برای بررسی شاخص‌های کینماتیکی فرود از آزمون LESS، تعادل از آزمون تعادل وای و حس عمقی از آزمون خطای بازسازی زاویه مفصل زانو در ۳۰ و ۶۰ درجه فلکشن استفاده شد. برای بررسی آمار استنباطی، آزمون رگرسیون خطی ساده با سطح معناداری (P≤۰/۰۵) به کار رفت. نتایج نشان داد، اختلال خواب در مردان با سابقه بازسازی ACL و ولگوس پویای زانو می‌تواند پیش‌بین افزایش خطای کینماتیکی فرود ۵۹ درصد، افزایش خطای حس عمقی ۳۰ درجه مفصل زانو ۶۵ درصد و ۶۰ درجه مفصل زانو ۷۸ درصد باشد. همچنین اختلال خواب می‌تواند پیش‌بین بسیار قوی کاهش تعادل ۹۲ درصد باشد؛ بنابراین با توجه به نتایج پژوهش که اختلال خواب را به‌عنوان عامل خطرزا در افراد با سابقه بازسازی ACL بیان می‌کند، به مربیان پیشنهاد می‌شود الگوهای خواب ورزشکاران را ارزیابی و کنترل کنند تا میزان آسیب احتمالی ناشی از اختلال یا کمبود خواب کاسته شود.

واژگان کلیدی: آسیب زانو، کیفیت خواب، عوامل خطرزای آسیب، آسیب مجدد، بازسازی ACL.

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

مقدمه

بیشتر مردم حدود ۳۵ درصد از عمر خود را در خواب می‌گذرانند (۱). بزرگسالان برای حفظ سلامت و عملکرد ایده‌آلشان به هفت تا نُه ساعت خواب شبانه نیاز دارند (۲). خواب، نیاز زیستی و رفتار ضروری انسان است که در کوتاه و بلندمدت نقش کلیدی در رشد زیستی، روانی و اجتماعی و همچنین سلامت شناختی، روانی و فیزیکی دارد (۳). خواب سالم و کافی در ارتباط تنگاتنگ با وضعیت سلامتی است (۲). خواب کافی برای به دست آوردن حداکثر کارایی و عملکرد افراد، به‌خصوص ورزشکاران حائز اهمیت است. کیفیت خواب خوب می‌تواند باعث بهبود گردش خون در مغز، فرایند ساخت پروتئین، مکانیسم مبارزه علیه بیماری‌ها در سیستم ایمنی، ترمیم سلول باشد (۳، ۲) و بر تمامی زمینه‌های عملکردی افراد و ورزشکاران از تمرین تا مسابقه و ریکاوری اثر دارد. همچنین خواب باکیفیت می‌تواند ظرفیت یادگیری و ذخیره اطلاعات را افزایش و ارتقا دهد، خستگی عضلانی را کاهش دهد و حالت روحی و روانی افراد را ثبات بخشد (۴). برخی مطالعات پیشنهاد می‌کنند، ورزشکاران نسبت به افراد عادی به دلیل تنش زیاد در مسابقات، استرس ذهنی و فیزیکی داشته و به خواب بیشتری احتیاج دارند (۴). طبق بررسی‌های علمی، این افراد به نُه تا ده ساعت خواب شبانه احتیاج دارند (۵). هرگونه تغییر در کیفیت، کمیت و الگوی خواب را «اختلال خواب»[1] تعریف می‌کنند (۵). شکل‌های مختلفی از اختلال خواب وجود دارد؛ ازجمله، بی‌خوابی[2] که فرد مشکل در خواب رفتن دارد، مشکلات تنفسی[3] مثل آپنه[4]، خوابیدن بیش از حد در روز[5]، تغیر ریتم شبانه‌روزی[6] و نابهنجاری خواب[7] (۷، ۶) که این پژوهش به بررسی نوع اول می‌پردازد. تقریباً ۳۰ تا ۴۵ درصد مردم جهان از مشکلات خواب رنج می‌برند (۱). اختلال یا کمبود مدت‌زمان خواب که درمجموع کیفیت خواب را کاهش می‌دهد، اثرات منفی بر سیستم عصبی (۲)، سیستم اندوکرین، عملکرد فیزیکی-شناختی (۶)، وزن، تعادل انرژی بدن (۱)، توانایی و عملکرد، قدرت یا توان عضله، تغییرات عصبی-رفتاری، تصمیم‌گیری، تعادل، کنترل حرکتی کمتر از بیشینه و توجه دارد (۷). پژوهش‌ها در زمینه خواب ورزشکاران نشان داده‌اند، زیاد بودن نورهنگام خواب شب قبل از مسابقه (۴)، مسابقات شبانگاهی، تمرینات اول صبح (۴، ۲)، تمرینات با فشار زیاد، مسافرت‌های پی‌درپی که سبب اختلال الگوی خواب می‌شود و هیجان شب قبل از مسابقه (۹، ۸)، همگی از عوامل اختلال خواب در ورزشکاران هستند. همچنین عوامل غیرورزشی شامل مشارکت‌های روحی-شغلی، روابط خانوادگی، نیاز اجتماعی، سن، اعتقادات و نگرش فرد بر کیفیت خواب تأثیر می‌گذارند (۲).

تعادل به‌عنوان توانایی حفظ مرکز ثقل بدن در سطح تکیه‌گاه بیان می‌شود و تعادل پویا، توانایی حفظ آن در وضعیت‌های مختلف بدن مثل راه رفتن و دویدن است (۱۰) که از همکاری تخصصی چند سیستم شامل بینایی، وستیبولار و حس عمقی در سیستم عصبی و قدرت و انعطاف‌پذیری در سیستم اسکلتی-عضلانی پدیدار می‌شود (۱۱). مطالعه وبر و همکاران نشان داد، افرادی که کیفیت خواب بهتری داشتند، حجم ماده خاکستری مغزشان بیشتر بود و افرادی که خواب ضعیف یا ناکافی داشتند، به دلیل کاهش انسجام سیستم‌های حسی (بینایی، وستیبولار و حس عمقی) نوسان قامتی افزایش‌یافته داشتند که بیانگر ارتباط مستقیم کیفیت خواب با تعادل است (۱۲). درواقع، خواب نامناسب می‌تواند عاملی خطرزا علیه ثبات بدن شود که منجر به تأثیر منفی بر تعادل، نحوه راه رفتن و فعالیت‌های ورزشی می‌شود (۱۰).

1. Sleep Disorder
2. Insomnia
3. Sleep-Related Breathing Disorders
4. Apnea
5. Hypersomnia
6. Circadian Rhythm Sleep Disorders
7. Parasomnias

ازآنجاکه مفصل زانو برای حرکت و ثبات طراحی شده است، ثبات در این مفصل به‌واسطه همکاری هماهنگ ساختارهای ایستا و پویا مانند سیستم عصبی، استخوان‌ها، رباط‌ها (حس عمقی)، کپسول مفصلی، تاندون‌ها و عضلات برقرار می‌شود. صدمه به ساختارهای ایستا به‌خصوص رباط صلیبی قدامی[1]، توانایی کینماتیکی مفصل را برای حفظ ثبات و انجام حرکت کاهش می‌دهد (۱۳). همچنین ولگوس پویای زانو سبب تغییر الگو و راستای کینماتیکی اندام تحتانی می‌شود که اساساً در صفحه فرونتال قابل‌مشاهده است (۱۴). زمانی که زانو به ولگوس یا ابداکشن می‌رود، حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد میزان آسیب رباط صلیبی قدامی را افزایش می‌دهد (۱۵). حس عمقی مسئول حس و پوزیشن حرکت مفصل است و نقش حیاتی در کنترل عملکرد نرمال مفصل از طریق سیستم عصبی آوران و وابران دارد که همگی تحت‌کنترل قسمت خاکستری مغز و در ارتباط باکیفیت خواب است (۱۶). عوامل خطرزای آسیب مجدد و متعددی برای افراد با بازسازی رباط صلیبی قدامی شناسایی شده‌اند که شامل، جنسیت، سن (از ۱۸ سالگی و بیشتر، تا ماه سوم بعد از عمل جراحی اولیه)، سابقه خانوادگی آسیب (۱۷)، بازگشت سریع به ورزش، مشارکت در ورزش‌هایی که حرکات پرشی، برشی و چرخشی دارند، انجام نشدن کامل برنامه توان‌بخشی، اختلال حس عمقی، خستگی است (۱۸)؛ حتی حس عمقی در هر دو پا بعد از آسیب ACL کاهش می‌یابد؛ بنابراین بازگشت به وضعیت قبل از آسیب، بعد از جراحی به‌راحتی امکان‌پذیر نیست. ازآنجاکه آسیب ACL به ثبات مفصل زانو آسیب می‌زند و حس عمقی عملکردی زانو را کاهش می‌دهد و دامنه حرکتی را متأثر می‌کند، به طور بالقوه می‌تواند منجر به آسیب غضروف مفصلی، منیسک، استئوآرتروز ثانویه نیز شود که به نوبه خود عملکرد مفصل زانو را تغییر می‌دهد. همچنین نشان داده شده است، افراد با سابقه بازسازی ACL دچار تغییر در کینماتیک اندام تحتانی می‌شوند که شامل کاهش فلکشن زانو، افزایش ابداکشن زانو، افزایش فلکشن و اداکشن و چرخش داخلی ران و افزایش اورژن مچ پا نسبت به افراد سالم در حین فعالیت‌هایی مشابه راه رفتن، دویدن، پرش و فرود در مانورهای برشی می‌شود که این عوامل نیز می‌توانند موجب پارگی و آسیب مجدد ACL شوند (۱۹).

بازسازی ثانویه رباط صلیبی قدامی به دلیل موفق نبودن در دفعه اول، اثرات فراوان مخرب بر ورزشکاران و سلامت آن‌ها می‌گذارد؛ بنابراین شناسایی عوامل خطرزایی که سبب افزایش آسیب ثانویه رباط صلیبی قدامی بازسازی‌شده (2SACLR) می‌شوند، بسیار ارزشمند است (۲۰) و می‌تواند کلیدی برای ایجاد راهبردهای مناسب پیشگیری از آسیب مجدد، به‌خصوص در ورزشکاران باشد. هنوز به طور دقیق مشخص نشده است که عوامل خطرزای آسیب اولیه تا چه میزان هم‌پوشانی در آسیب SACLR دارند (۲۱). از سوی دیگر، با توجه به اهمیت کیفیت خواب و تأثیر احتمالی آن بر دیگر عوامل خطرزای بروز آسیب، بررسی ارتباط اینکه کیفیت خواب تا چه حد می‌تواند باعث تشدید عوامل خطرزای آسیب ثانویه ACL شود و فاکتورهای مهمی چون کینماتیک، تعادل و حس عمقی را ممکن است دستخوش تغییر کند، ضرورت انجام این پژوهش را مشخص می‌کند. قبل از شروع فصل تمرینات و مسابقات، اگر متخصصان بتوانند اختلال خواب را نیز بررسی کنند، احتمال بروز و وقوع آسیب مجدد ممکن است کاهش یابد. درواقع، سؤال پژوهش حاضر این بود: آیا می‌توان کیفیت و اختلال خواب را با تغییر بر فاکتورهای کینماتیک فرود، تعادل و حس عمقی به‌عنوان یک عامل خطرزای مهم در بروز پارگی آسیب ثانویه ACL به شمار آورد؟ به نظر می‌رسد، پاسخ به این سؤال می‌تواند راهنمای خوبی را برای ورزشکاران، مربیان ورزشی و متخصصان طب ورزشی برای پیشگیری از آسیب‌های ثانویه ACL فراهم کند.

1. Anterior Cruciate Ligament(ACL)
2. Secondary Anterior Cruciate Ligament Construction(SACLR)

روش پژوهش

پژوهش حاضر از نوع توصیفی، از نظر هدف، کاربردی و از لحاظ روش و ماهیت اجرا، بررسی درون‌گروهی بود. مردان شهر تهران که از عمل جراحی ACLR آن‌ها حداقل شش ماه گذشته بود و مکانیسم آسیب آن‌ها از نوع غیرتماسی بود و هفته‌ای دو مرتبه ورزش فوتبال انجام می‌دادند، جامعه آماری تحقیق حاضر را تشکیل دادند. نمونه آماری این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار جی‌پاور با توان ۰/۸۰ و اندازه اثر ۰/۶۰، ۴۴ نفر به دست آمد که به صورت هدفمند براساس معیارهای ورود به پژوهش انتخاب شدند (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات آزمودنی‌های تحقیق

Table 1- Characteristics of research subjects

نمونه تحقیق Participants	سن (سال) Age (year)	قد (سانتیمتر) Hight (cm)	جرم (کیلوگرم) Weight (kg)	نمایه توده بدنی (کیلوگرم/مترمربع) Body Mass Index (kg/m2)
44	27.98±1.91	182.1±2.68	79±2.75	24.1±4.78

معیارهای ورود آزمودنی‌ها به مطالعه عبارت بود از: جنسیت آقا؛ دامنه سنی ۲۵ تا ۳۵ سال؛ دارا بودن شاخص توده بدنی نرمال بین ۱۸ تا ۲۵؛ جراحی ترمیمی اتوگراف همسترینگ؛ مثبت شدن تست ولگوس پویا در زانو حین آزمون اسکات تک‌پا؛ مصرف نکردن داروهای خواب‌آور و روان‌پزشکی در سه ماه اخیر؛ مشارکت حداقل ۵۰ ساعت فعالیت‌های ورزشی سالیانه قبل از ACLR؛ انجام دادن کامل پروتکل‌های توان‌بخشی بعد از ACLR؛ نداشتن سابقه جراحی به‌جز ACLR در اندام تحتانی؛ نداشتن آسیب‌های چند رباطی و استئوکندرال. معیارهای خروج از مطالعه، بروز ناراحتی یا آسیب در زمان اجرای پژوهش و تمام نشدن هریک از آزمون‌ها بود.

روند اجرای پژوهش به این صورت بود که آزمودنی‌ها بعد از فراخوان از طریق تعدادی کلینیک‌های فیزیوتراپی و متخصصان جراحی زانو در شهر تهران، براساس معیارهای ورود و خروج انتخاب شدند. پس از یک جلسه توجیهی و تکمیل فرم رضایت‌نامه، به‌ترتیب و با رعایت فاصله زمانی، فرم اطلاعات فردی، پرسشنامه ارزیابی خواب پیتزبورگ، آزمون اسکات تک‌پا، آزمون سیستم امتیازدهی خطای فرود، آزمون تعادل وای و آزمون بازیابی حس عمقی زاویه ۳۰ و ۶۰ درجه مفصل زانو با چشم بسته از افراد گرفته شد که جزئیات نحوه استفاده از هریک از ابزارها و آزمون‌ها در ادامه ذکر شده است.

آزمون حرکتی اسکات تک‌پا: به‌منظور ورود افراد به تحقیق، ابتدا آزمون اسکات تک پا انجام شد. نقاط آناتومیک شامل خارخاصره قدامی‌فوقانی، مرکز کشکک و بین مالئول داخلی و خارجی در صفحه فرونتال نشانه‌گذاری شد (شکل ۱). سپس با خطی که از خار خاصره قدامی‌فوقانی به مرکز کشکک می‌آید و خطی که مرکز کشکک به نقطه بین مالئول‌ها می‌رسد، زاویه ولگوس پویای زانو با مشخص کردن زاویه بین تلاقی دو خط اندازه‌گیری شد. در مرحله اول از آزمون‌شونده خواسته شد روی هر دو پایش بایستد. سپس دست‌ها به صورت ضربدری روی شانه‌ها قرار گرفت و راستای تنه صاف بود. در ادامه از فرد خواسته شد تا زاویه ۶۰ درجه اقدام به خم کردن زانوها کند. به‌منظور رسیدن به این زاویه مدنظر از گونیامتر (مدل SAEHAN) استفاده شد. مرتبه بعد همان فعالیت را با پای جراحی‌شده انجام داد؛ در حالی که پای مقابل حدود زاویه ۶۰ درجه خم شد و بدون اینکه به پای آزمون‌شونده تماس داشته باشد یا به داخل یا خارج بچرخد، انجام داد و با دوربین وضعیت ولگوس پویای زانو از جلو در صفحه فرونتال با عکس ثبت شد. آزمون سه مرتبه برای هر فرد تکرار شد و سپس میانگین اعداد به‌دست‌آمده به‌عنوان ولگوس پویای زانو ثبت شد. افرادی که میانگین زاویه ولگوس آن‌ها بین ۱۶/۳ تا ۳۲/۴ درجه بود، وارد تحقیق شدند (۲۲).

شکل ۱ – ارزیابی ولگوس پویای زانو

Figure 1- Knee dynamic valgus assessment

پرسشنامه کیفیت خواب پیتزبورگ: سپس آزمودنی‌ها اقدام به تکمیل پرسشنامه کیفیت خواب پیتزبورگ کردند. پرسشنامه کیفیت خواب پیتزبورگ نگرش افراد به کیفیت خواب در چهار هفته گذشته را بررسی می‌کند. این پرسشنامه هفت مقیاس دارد. هر مقیاس پرسشنامه نمره‌ای از صفر تا سه می‌گیرد. مقیاس‌ها شامل توصیف کلی فرد از کیفیت خواب، تأخیر در به خواب رفتن، طول مدت خواب مفید، کفایت خواب، اختلال‌های خواب، میزان داروی خواب آور مصرفی و عملکرد صبحگاهی است. نمره‌های ۰-۱-۲-۳ در هر مقیاس به‌ترتیب بیانگر وضعیت طبیعی، وجود مشکل خفیف، متوسط و شدید است. نمره کلی ۶ یا بیشتر به معنای نامناسب بودن کیفیت خواب است (۲۳). در مطالعه حاضر، نمره کلی این پرسشنامه به‌عنوان متغیر کیفیت خواب بود و به صورت شاخص عددی کمتر نشان‌دهنده کیفیت خواب بهتر در نظر گرفته شد.

آزمون امتیاز دهی خطای فرود: در این آزمون سؤالاتی که مربوط به نحوه فرود افراد است، تکمیل شده و میزان خطای کینماتیک فرود مشخص می‌شود. این آزمون دارای ۱۷ آیتم سؤالی است که سوالاتی در ارتباط با وضعیت اندام تحتانی و تنه در لحظه اول برخورد با زمین (آیتم‌های ۱-۶)، است و باقی سؤالات به ارزیابی خطاهای موجود در وضعیت پا (آیتم‌های ۷-۱۱) و در لحظه اولین برخورد با زمین (آیتم ۱۱)، لحظه‌ای که تمام کف پا در تماس با زمین است (آیتم‌های ۸-۷) و در بین زمان اولین برخورد و حداکثر زاویه فلکشن زانو (آیتم‌های ۹-۱۰) می‌پردازد. مجموعه سؤالی سوم حرکات اندام تحتانی و تنه را بین زمان‌های اولین برخورد با زمین و حداکثر زاویه فلکشن زانو (آیتم‌های ۱۲-۱۴) و زمان حداکثر ولگوس زانو (آیتم ۱۵) ارزیابی می‌کند. امتیاز نهایی برای هر فرود از مجموع امتیازات تمامی‌آیتم‌ها صفر تا ۱۵ محاسبه می‌شود؛ به طوری که کسب امتیاز مجموع بیشتر (خطاهای بیشتر) نشانگر تکنیک‌های فرود خطرزا است. آیتم‌های ۱۶ و ۱۷ کلی و ذهنی است و در مجموع امتیازات محاسبه نمی‌شود. در انتها میانگین امتیازات سه پرش به‌عنوان امتیاز

نهایی برای هر فرد ثبت می‌شود. افراد از روی سکوی پرش ۳۰ سانتی‌متری حرکت پرش را انجام می‌دهند و در جلوی سکو و در فاصله‌ای تقریباً برابر با ۵۰ درصد قد خود فرود می‌آیند. سپس بلافاصله یک پرش عمودی را انجام می‌دهند. در هنگام آموزش آزمون تأکید شد که فرد به محض فرود از سکو، تا حد امکان به سمت بالا بپرد. هنگام انجام آزمون هیچ بازخورد یا آموزشی به فرد داده نمی‌شود، مگر اینکه آزمون را اشتباه انجام دهد. پس از ارائه دستورالعمل اولیه، افراد اجازه داشتند دو پرش تمرینی داشته باشند تا آن را فرابگیرند. سپس افراد سه پرش درست را انجام دادند. در صورتی که فرد به فاصله افقی تعیین‌شده نرسد یا پس از فرود پرش عمودی حداکثری را انجام ندهد، آن نوبت حذف شده و مانور پرش-فرود یک‌بار دیگر تکرار می‌شود. دو دوربین فیلمبرداری پایه‌دار برای ضبط تصاویر پرش افراد از نمای فرونتال و ساجیتال به‌ترتیب در فاصله ۴/۸ و ۴ متری قرار داشت (۲۴).

آزمون تعادل Y: این آزمون در سه جهت جلو، خلف و داخل وخلف خارج روی اندامی اجرا شد که جراحی بازسازی در آن انجام شده بود. آزمون‌دهنده روی پای آسیب خود با پای برهنه در مرکز صفحه آزمون تعادل وای قرارگرفت. سپس دست‌ها روی تاج خاصره قرار گرفت و از فرد خواسته شد که جعبه جلو را تا حداکثر مسافتی که می‌تواند به جلو با نوک انگشت شست هدایت کند، بدون اینکه تعادل خود را از دست بدهد یا دستانش از لگن برداشته شود و سپس با حفظ تعادل بتواند به حالت اولیه دو پا برگردد. اندازه به‌دست‌آمده بدون خطا برای او ثبت شد و سپس همین کار در جهت خلف-داخل و خلف-خارج نیز سه مرتبه تکرار شد.

شکل ۲- اجرای آزمون تعادلی Y توسط یکی از نمونه‌ها

Figure 2- Set up and Implementation of Y balance test by one of the samples

به‌منظور تسلط فرد در آزمون و پرهیز از سوگیری، وی شش مرتبه این کار را قبل از آزمون اصلی انجام داد. سپس نتیجه بیشترین مسافتی که جعبه را به جلو هل داده است، برای او ثبت شد. اگر پای آسیب فرد سمت راست باشد، جهت حرکت برخلاف چرخش عقربه‌های ساعت بود و اگر پای آسیب و آزمون پای چپ باشد، جهت حرکت‌ها موافق حرکت چرخش عقربه‌های ساعت بود. بعد از ثبت بیشترین امتیاز مسافت جلو برده‌شده توسط فرد، به‌منظور کاهش اثر طول پای فرد در تست، فاصله خار خاصره قدامی-فوقانی تا قوزک داخلی اندازه‌گیری شد. سپس عدد میانگین حاصل از سه جابه‌جایی تقسیم بر طول پا و ضرب در عدد ۱۰۰ شد تا عدد نهایی به دست آید و نتیجه برای تجزیه و تحلیل داده‌ها در نظر گرفته شد (۲۵).

آزمون خطای بازسازی مفصل (حس عمقی): حس عمقی مفصل زانو در زاویه ۳۰ و ۶۰ درجه از طریق آزمون بازسازی زاویه مفصلی، با گونیامتر اندازه‌گیری و ثبت شد. آزمون‌شونده روی یک صندلی که زیر آن باز بود و از سطح زمین ارتفاع داشت، با تکیه‌گاه پشت در وضعیت راحت قرار گرفت. سپس زاویه هدف به صورت غیرفعال برای فرد با چشمان باز توسط آزمونگر بازسازی شد و ۱۰ ثانیه در آن وضعیت قرار گرفت تا آزمون‌دهنده بتواند در حافظه خود ذخیره کند. سپس زانو در حالت ۹۰ درجه به طور غیرفعال قرار داده شد. بعد با چشمان بسته از فرد خواسته شد زاویه هدف را به صورت فعال سه مرتبه بازسازی کند. بعد از سه مرتبه تکرار زاویه هدف بازسازی که برای زانو زاویه ۳۰ و ۶۰ درجه بود، میانگین سه خطا به‌عنوان نتیجه نهایی ثبت شد (۲۶). این روش برای بازسازی حس عمقی هر دو زاویه ۳۰ و ۶۰ درجه زانو انجام شد.

شکل ۳- ارزیابی حس عمقی زانو توسط آزمون خطای بازسازی مفصل
Figure 3- Assessment of knee proprioception

روش آماری

در تجزیه و تحلیل آماری، ابتدا وضعیت طبیعی داده‌ها (میانگین و انحراف استاندارد) با استفاده از آزمون چولگی و کشیدگی بررسی شد. سپس برای بررسی آمار استنباطی از آزمون تحلیل رگرسیون ساده خطی[1] با در نظر گرفتن سطح معناداری ($P\leq ۰/۰۵$) استفاده شد. همه تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۲۷ صورت گرفت.

نتایج

در جدول (۲) نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری متغیرهای پژوهش گزارش شده است. نتایج نشان داد، اختلال خواب با کینماتیک فرود، تعادل و حس عمقی مفصل زانو در زاویه ۳۰ و ۶۰ درجه اختلاف معنادار داشت. براساس پرسشنامه کیفیت خواب پیتزبورگ، نمرات حدود نیمی از شرکت‌کنندگان ≤۶ بود که بیانگر داشتن اختلال خواب بود. کمترین نمره مربوط به اختلال خواب ۲ و بیشترین نمره ۱۴ بود که حجم پراکندگی دامنه نمونه را نیز بیان می‌کند. بیشترین همبستگی بین متغیرهای اختلال خواب با تعادل بود. همچنین متغیرهای کینماتیک و حس عمقی زاویه ۳۰ و ۶۰ درجه با اختلال خواب همبستگی معنادار داشتند؛ یعنی با افزایش سطح اختلال خواب، نمرات آزمون خطای فرود و بازسازی

1. Regression Simple Linear

حس عمقی ۳۰ و ۶۰ درجه مفصل زانو افزایش پیدا می‌کرد. دلیل علامت منفی در متغیر تعادل این است که هرچه نمرات اختلال خواب کاهش می‌یابد، وضعیت تعادل افراد بهتر می‌شود (جدول ۲). هرچقدر رابطه همبستگی به ۱ نزدیک‌تر باشد، نشان از همبستگی بیشتر متغیرها است.

جدول ۱- نتایج توصیفی متغیرها و میزان همبستگی آن‌ها با کیفیت خواب

Table 2- Descriptive results of the variables and their correlation with sleep quality

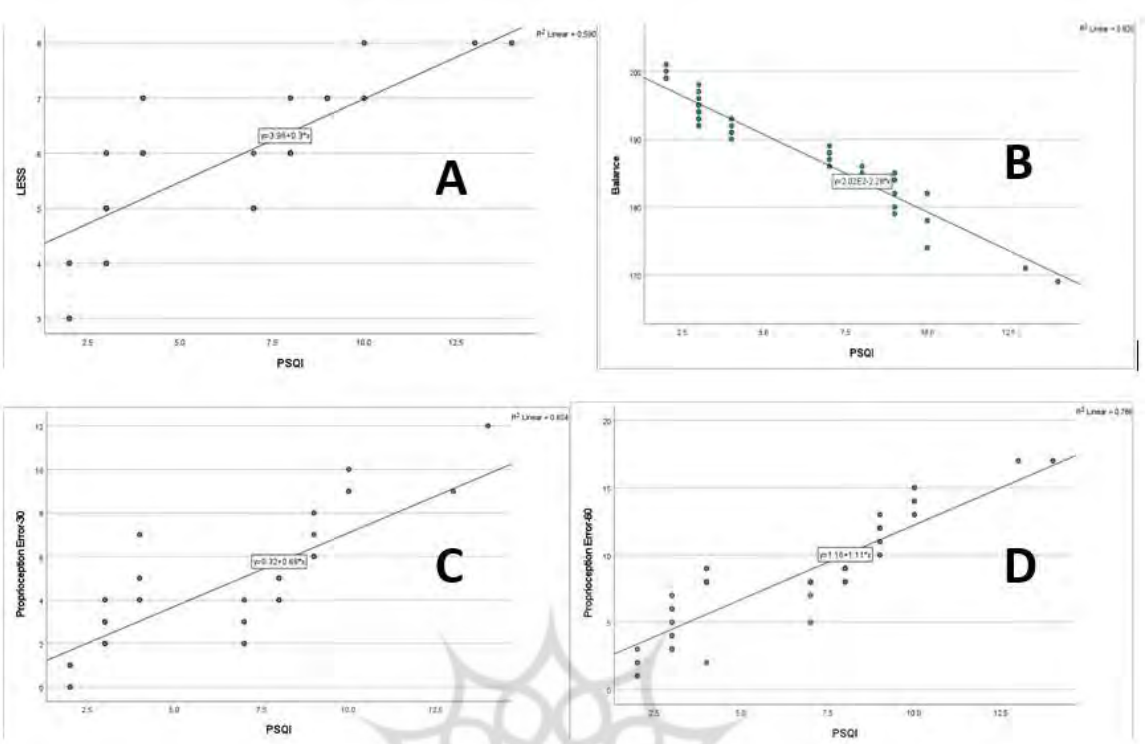
رابطه همبستگی Correlation	میانگین و انحراف استاندارد Mean ± Standard Deviation (SD)	متغیر Variable
-0.768	5.75±1.26	آزمون کینماتیک فرود LESS
+0.962	188.6±7.6	وضعیت تعادل Balance
-0.808	7.70±4.0	خطای بازسازی ۳۰ درجه مفصل زانو Knee joint proprioception restoration for 30°
-0.883	4.3±2.7	خطای بازسازی ۶۰ درجه مفصل زانو Knee joint proprioception restoration for 60°

اختلال خواب، متغیر پیش‌بینی‌کننده نمرات آزمون خطای فرود، تعادل و حس عمقی مفصل زانو در زاویه ۳۰ و ۶۰ درجه بود؛ به طوری که ۹۲ درصد واریانس تعادل، ۷۸ درصد واریانس بازسازی حس عمقی زاویه ۶۰ درجه زانو، ۶۵ درصد واریانس بازسازی حس عمقی زاویه ۳۰ درجه زانو و ۵۹ درصد واریانس آزمون سیستم خطای فرود را پیش‌بینی کرد که اختلاف معنادار شد (جدول ۳).

جدول ۲- ضرایب تحلیل رگرسیون متغیر پیش بینی کننده کینماتیک فرود، تعادل و حس عمقی ۳۰ و ۶۰ درجه

Table 3- Coefficients of regression analysis of predicting landing kinematics, balance and proprioception at 30° and 60°

ضریب تعیین R Coefficient of Determination R	ضریب تعیین R^2 Coefficient of Determination R^2	سطح معناداری Significance Level	مقدار F F-value	مقدار t t-value	ضریب استاندارد B Standardized Coefficient B	ضریب غیراستاندارد B Unstandardized Coefficient B	متغیر پیش‌بینی‌کننده Dependent Variable	متغیر پیش‌بین Predictor Variable
0.768	0.590	<0.001	60.322	7.767	0.768	0.303	کینماتیک LESS	کیفیت خواب Quality of Sleep
0.962	0.926	<0.001	527.623	22.970	-0.962	-2.281	تعادل Balance	
0.808	0.654	<0.001	79.245	8.902	0.808	0.676	حس عمقی ۳۰° Proprioception 30°	
0.883	0.780	<0.001	148.858	12.201	0.883	1.107	حس عمقی ۶۰° Proprioception 60°	



شکل ۴- پراکندگی و همبستگی متغیر پیش‌بین با متغیرهای پیش‌بینی‌کننده (نمودار A: پراکندگی و همبستگی کیفیت خواب با کینماتیک فرود، نمودار B: پراکندگی و همبستگی کیفیت خواب با وضعیت تعادل، نمودار C: پراکندگی و همبستگی کیفیت خواب با خطای بازسازی مفصل در ۳۰ درجه فلکشن زانو، نمودار D: پراکندگی و همبستگی کیفیت خواب با خطای بازسازی مفصل در ۶۰ درجه فلکشن زانو)

Figure 4- Scattering and correlation of predictor variables (diagram A: dispersion and correlation of sleep quality with landing kinematics, diagram B: dispersion and correlation of sleep quality with balance, diagram C: dispersion and correlation of sleep quality with joint repositioning error at 30 Degree of knee flexion, diagram D: dispersion and correlation of sleep quality with joint repositioning error at 60 degrees of knee flexion)

بحث و نتیجه‌گیری

در مطالعه حاضر به بررسی رابطه بین اختلال خواب در مردان با سابقه بازسازی ACL و ولگوس همزمان پویای زانو با کینماتیک الگوی فرود، وضعیت تعادل و حس عمقی اندام تحتانی آنان پرداخته شد. نتایج نشان داد، کیفیت خواب عامل پیش‌بینی‌کننده‌ای برای کینماتیک فرود، تعادل و حس عمقی زانو در زاویه ۳۰ و ۶۰ درجه است و رابطه بین این متغیرها معنادار و قوی به دست آمد. به نظر می‌رسد، وجود اختلال خواب یا خواب ناکافی در ورزشکاران می‌تواند با مختل کردن سیستم‌های عصبی، حسی و حرکتی تأثیر مستقیم و منفی بر عملکرد ورزشی و حرکتی فرد بگذارد. در همین راستا، مروزان و همکاران به بررسی اثر خواب بر عملکرد ورزشکاران و اینکه آیا افزایش دوره خواب بر عملکرد آن‌ها تأثیر دارد، پرداختند. نتایج نشان داد، بهبود کمی و کیفی خواب منجر به افزایش مطلوب عملکرد ورزشکاران می‌شود، اما حالات روحی، تعداد سفرها، تعداد و زمان خواب نیمروزی می‌تواند نقش مهمی در خواب و عملکرد ورزشکاران داشته باشد (۲۷). پژوهش ارلاچر تنها پژوهشی است که در آن مداخله اختلال خواب اعمال شد و تیم پژوهش به بررسی رابطه کمبود خواب و عملکرد ورزشکاران پرداختند. در این مطالعه، با توجه به مسائل اخلاقی، اختلال خواب در مدت کوتاهی اعمال شد و نتایج نشان داد، اختلال خواب در ورزشکاران بر عملکرد و وضعیت حافظه، گیرنده‌های درد، سیستم ایمنی و

متابولیسم اثر منفی دارد و تأثیرپذیری ویژگی‌های مهارتی حرکتی شامل قدرت و استقامت ناشی از کمبود خواب نسبت به موارد قبل کمتر بود (۲۸). فولاگر و همکاران به بررسی ارتباط خواب و عملکرد ورزشی پرداختند. نتایج نشان داد، خواب کافی می‌تواند نقش مهمی در یادگیری مهارت‌های جدید و مهارت‌های تاکتیکی در هر دو گروه از ورزشکاران حرفه‌ای و مبتدی داشته باشد (۲۹). نتایج این تحقیقات با پژوهش حاضر همسوست. درواقع، می‌بینیم که مطالعات غالباً نشان‌دهنده اثر منفی اختلال خواب بر عملکرد بدن و ساختارهای کنترلی آن هستند.

خواب از لحاظ فیزیولوژیک برای ریکاوری بدن، عاملی کاملاً کلیدی است. تحقیقات نشان داده‌اند، سازوکارهای زیادی که مربوط به تنظیم و بازیابی و بازسازی بخش‌های مختلف بدن است، وابسته به خواب و کیفیت آن هستند. اهمیت خواب در زندگی انسان کمتر از خوردن و آشامیدن نیست. انسان مدت‌زمان بیشتری را در بیداری می‌گذراند؛ پس مغز مدت‌زمان بیشتری از ۲۴ ساعت را در وضعیت غیراستراحتی و فعالیت سپری می‌کند. درواقع، فقط در مدت اندک خواب روزانه فرصت بازیابی و استراحت خواهد داشت که کیفیت آن نیز اهمیت بسیاری دارد. اهمیت فیزیولوژیک خواب در این زمینه به دلیل آن است که سیستم گلیمفاتیک مواد زائد سیستم عصبی را زمانی که فرد خواب است، تمیز می‌کند. زمانی که مغز در حالت فعالیت در روز است، پروتئین آمیلوئید بتا در مغز به‌عنوان مواد زائد فیزیولوژی عصبی انباشته می‌شود که اگر فرد زمان زیادی بیدار باشد، حجم این پروتئین افزایش خواهد یافت. این پروتئین زمانی که فرد در خواب باشد، به‌خصوص در خواب عمیق از مغز حذف و تمیز می‌شود و اگر این اتفاق نیفتد، حتی می‌تواند منجر به تشکیل پلاک‌هایی روی سیستم عصبی و آسیب آن شود (۱۰). زمانی که کیفیت خواب کاهش یابد، تغییرات فیزیولوژیک در بدن پدیدار می‌شود. در طول خواب، بدن پروتئین‌های سایتوکین برای مبارزه با عفونت، التهاب بدن و حفظ سیستم ایمنی تولید می‌کند. همچنین زمانی که خواب ناکافی باشد، از توانایی گلبول‌های سفید و لنفوسیت‌ها کاسته می‌شود. به‌علاوه، اختلال خواب، مکانیسم رشد و ترمیم سلولی را متأثر می‌کند. در طول خواب، هورمون‌های رشد تولید می‌شوند که فرصت بسیار مناسبی برای ترمیم و بازسازی سلول‌های آسیب‌دیده از طریق هورمون رشد است (۳۰).

سونا و همکاران به بررسی اثر مداخله خواب بر عملکرد ورزشکاران پرداختند. آن‌ها گزارش دادند با اینکه اطلاعات و تحقیقات درمورد خواب محدود و ضعیف است، نشان داده شده است که خواب نیاز ضروری برای حداکثر عملکرد ورزشکاران است و عوامل متعددی کیفیت و کمیت آن را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند. همچنین افزایش زمان خواب در شب یا اضافه کردن خواب نیمروز یکی از مؤثرترین روش‌ها برای بهبود عملکرد شناختی یا جسمانی ورزشکاران است (۲). سیلوا و همکاران طی مطالعه‌ای مروری به بررسی اثر افزایش طول مدت خواب بر ورزشکاران پرداختند. نتایج نشان داد، ورزشکارانی که کمبود خواب دارند، افزایش مدت‌زمان خواب به صورت شبانه یا خواب نیمروز در هر نوع رشته ورزشی، می‌تواند عملکرد آن‌ها را بهبود بخشد و موجب افزایش کارایی مطلوب آن‌ها در رشته ورزشی شود (۳۱).

با توجه به اینکه نمونه‌هایی که در این تحقیق شرکت داشتند، هم بازسازی رباط صلیبی قدامی انجام دادند و هم دارای ولگوس پویای زانو بودند، هم‌انقباضی عضلانی در اندام تحتانی و سازگاری عصبی دارای اهمیت بسیار است. براساس پژوهش‌ها، مغز براساس اطلاعاتی که از گیرنده‌های حسی ازجمله سیستم بینایی، وستیبولار و حس عمقی دریافت می‌کند، سپس به کورتکس برای تجزیه و تحلیل می‌فرستد و سیگنال حرکتی ارسال می‌کند تا کنترل حرکات را به دست گیرد (۳۲). بعد از دریافت پیام‌های حرکتی از کورتکس مغز به عضلات ضدجاذبه، انقباض عضلانی انجام شده و منجر به حرکتی منسجم می‌شود که ممکن است این نوع انقباض منجر به حرکت و تحت‌تأثیر قرار دادن کینماتیک شود، ولی احتمالاً کمبود خواب می‌تواند عملکرد گیرنده‌های حسی را مختل کند و این پاسخ را نیز دچار اختلال کند (۲)؛ بنابراین احتمالاً کیفیت خواب ضعیف می‌تواند سبب اختلال در گیرنده‌ها شده و باعث کاهش دقت عملکرد گیرنده‌های حس عمقی، وستیبولار و بینایی شود که به دنبال آن می‌تواند بر تعادل و کینماتیک تأثیر منفی بگذارد و سبب افزایش خطای

حس عمقی و تغییر کینماتیک فرود، کاهش تعادل شود که با پژوهش انجام‌شده همسوست.
پایلارد به بررسی عوارض ناشی از اختلال خواب بر کنترل تعادل بدن پرداخت. نتایج نشان داد، با توجه به اینکه تعادل بدن به سیستم‌های مختلف ازجمله عملکرد بینایی، اوکولار، حسی، وستیبولار، مغز، نخاع و عصبی-عضلانی بستگی دارد، عوارض ناشی از اختلال خواب بر عملکرد تعادل تأثیر منفی دارد، اما اینکه سهم هر سیستم در کنترل تعادل چقدر تحت‌تأثیر اختلال خواب قرار می‌گیرد، هنوز مشخص نیست و نمی‌توان به صورت جزئی تأثیر اختلال خواب بر هر قسمت از سیستم‌های تعادل را بیان کرد (۳۳). کیفیت خواب همچنین تمرکز را تحت‌تأثیر قرار می‌دهد. هنگامی که نیروی خارجی یا داخلی به بدن وارد می‌شود، بدن بلافاصله و به صورت دقیق پاسخ‌های واکنشی مناسب از طریق انسجام سیستم عصبی انجام می‌دهد و منجر به حفظ تعادل می‌شود؛ لذا زمانی که فرد اختلال خواب دارد، تمرکز وی کاهش می‌یابد و منجر به کاهش پاسخ واکنشی مناسب یا با تأخیر می‌شود که این امر حفظ تعادل فرد را نیزکاهش می‌دهد (۳۴)؛ این موضوع نیز با نتایج پژوهش حاضر همسوست. چکا و همکاران نشان دادند، خانم‌هایی که کیفیت خواب ضعیف دارند، سرعت راه رفتن و تعادل پویای کاهش‌یافته دارند و به زمان بیشتری برای تکمیل آزمون‌های عملکردی حرکتی نیاز دارند (۳۵). با توجه به اینکه آزمون‌های سیستم امتیازدهی خطای فرود و تعادل Y به‌کاررفته در پژوهش حاضر نیز وظایف حرکتی عملکردی هستند، می‌توانند همسو با این پژوهش در نظر گرفته شوند.
مطالعات علمی و پروتکل‌های تمرینی پیشگیری از آسیب، تاکنون اثر مهم و مؤثر عوامل خطری نظیر هماهنگی، قدرت عضلانی، وضعیت تعادل، حس عمقی و کینماتیک حرکت‌های برش و فرود را برای پیش‌بینی و پیشگیری از آسیب‌ها در ورزش بررسی و تأیید کرده‌اند (۳۴) و پیشگیری از آسیب مجدد ACL از طریق کنترل عوامل خطر بروز آسیب در ورزشکارانی که دچار آن شده‌اند، از اهمیت بسیار ویژه‌ای به لحاظ بالینی برخوردار است. از طرفی مطالعه حاضر از طریق ارزیابی آزمون عملکردی LESS، تعادل Y و بازسازی زوایه مفصلی زانو در ۳۰ و ۶۰ درجه فلکشن در مردان با سابقه بازسازی ACLR و ولگوس پویای زانو، به این نتیجه رسید که اختلال خواب بر متغیرهای کینماتیک، تعادلو حس عمقی زانو اثر منفی دارد؛ ازاین‌رو قابل‌تأمل است که به نقش مهم کیفیت و میزان خواب در پیشگیری از بروز آسیب و آسیب مجدد در ورزشکاران، به‌خصوص آسیب‌های غیربرخوردی و شدید توجه کنیم. تأثیر منفی اختلال خواب از سوی ورزشکاران، مربیان و متخصصان به‌راحتی کنترل‌شدنی و قابل‌تعدیل است و از طریق افزایش کیفیت خواب می‌توان اثر مثبت بر کاهش عوامل خطرزای آسیب مجدد زانوی فرد گذاشت. با در نظر گرفتن این نکته، به مربیان ورزشی در تمامی رشته‌ها پیشنهاد می‌شود، با هدف کاهش اختلال خواب در ورزشکاران، اردوهای تمرینی-رقابتی، ریتم خواب، زمان خواب شبانه و نیمروزی ورزشکاران را سازمان‌دهی و سامان‌دهی کنند.

پیام مقاله

نتایج پژوهش حاضر، اهمیت کیفیت خواب را در پیشگیری از آسیب مجدد افراد نشان داد. توصیه می‌شود برای کاهش اختلال خواب و پیشگیری از آسیب‌های ورزشی، ارزیابی منظم کیفیت خواب حداقل به صورت فصلی از ورزشکاران صورت پذیرد. با توجه به محدودیت‌های تحقیق حاضر پیشنهاد می‌شود، تحقیقاتی در زمینه ارتباط کیفیت خواب با آسیب‌ها و حین فعالیت‌های عملکردی دیگر با ابزار آزمایشگاهی و فاکتورهای خونی، ارزیابی پاسچر، جنسیت خانم و سایر اختلالات اندام تحتانی در گروه‌های مختلف سنی، انجام گیرد و با نتایج حاصل از تحقیق مقایسه شود.

ملاحظات اخلاقی

کد اخلاق پژوهش این مطالعه در تاریخ ۰۵/۰۳/۱۴۰۳ با شماره IR.IAU.SRB.REC.1403.152 در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تصویب و تأیید شد.

مشارکت نویسندگان

مصطفی جلیلی بفروئی مسئول ایده‌پردازی، جمع‌آوری داده‌ها، مرور ادبیات، تحلیل داده‌ها، نگارش مقاله و مدیریت پروژه بود. محمدرضا سیدی در جمع‌آوری داده‌ها، مرور ادبیات و ویرایش مقاله مشارکت داشت. سیدحسین میرکریم‌پور مسئول ایده‌پردازی، جمع‌آوری داده‌ها، مرور ادبیات، تحلیل داده‌ها، نگارش مقاله و مدیریت پروژه بود. سیدحسین میرکریم‌پور در جمع‌آوری داده‌ها، مرور ادبیات و ویرایش مقاله همکاری کرد. همه نویسندگان نسخه نهایی مقاله را مطالعه و تأیید کردند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

تشکر و قدردانی

محققان این مطالعه بر خود لازم می‌دانند از تمامی آزمودنی‌ها، عوامل محترم مراکز فیزیوتراپی و توان‌بخشی (مرکز فیزیوتراپی آروند، مرکز توان‌بخشی سریر، آقای دکتر محمدعلی سازگاری اردکانی و کارکنان بیمارستان آراد) که در این تحقیق همکاری نمودند، تشکر و قدردانی کنند.

منابع

1. Kazemizadeh V, Behpour N. The effect of 30-hours sleep deprivation on the response of leptin and ghrelin levels to an exhaustive activity among active male students. Journal of Sabzevar University of Medical Sciences. 2021;28(4):569-80.
2. Cunha LA, Costa JA, Marques EA, Brito J, Lastella M, Figueiredo P. The impact of sleep interventions on athletic performance: a systematic review. Sports Med Open. 2023;9(1):58. https://doi.org/10.1186/s40798-023-00599-z
3. Cook JD, Charest J. Sleep and performance in professional athletes. Curr Sleep Med Rep. 2023;9(1):56-81. https://doi.org/10.1007/s40675-022-00243-4
4. Boukhris O, Trabelsi K, Suppiah H, Ammar A, Clark CCT, Jahrami H, et al. The impact of daytime napping following normal night-time sleep on physical performance: a systematic review, Meta-analysis and Meta-regression. Sports Med. 2023. https://doi.org/10.1007/s40279-023-01920-2
5. Chokroverty S. Overview of sleep & sleep disorders. The Indian Journal of Medical Research. 2010;131:126-40.
6. Tagaya H, Murayama N, Hakamata Y. Definitions and clinical classifications of sleep disorders. Japanese Journal of Clinical Medicine. 2012;70(7):1150-4.
7. Reading P. Sleep disorders: diagnosis. Clinical Pharmacist. 2015;7(9). https://doi.org/10.1211/PJ.2015.20069423
8. Walsh NP, Halson SL, Sargent C, Roach GD, Nédélec M, Gupta L, et al. Sleep and the athlete: narrative review and 2021 expert consensus recommendations. Br J Sports Med. 2020.
9. Gupta L, Morgan K, Gilchrist S. Does elite sport degrade sleep quality? a systematic review. Sports Med. 2017;47(7):1317-33. https://doi.org/10.1007/s40279-016-0650-6
10. Marwanasari PA, Thanaya SAP, Antari NKAJ, Vittala G. The relationship between sleep quality and dynamic balance in the elderly. Physical Therapy Journal of Indonesia. 2024;5(1):66-70. https://doi.org/10.51559/ptji.v5i1.192
11. Seyedi M, Dadgar, S., Mamashlo, F., Bagherli, J. The effect of virtual reality games on the balance and function of children with Down syndrome: a randomized controlled trial study. Journal for Research in Sport Rehabilitation. 2024;11(22):163-75. https://doi.org/10.22084/rsr.2024.26980.1718
12. Weber M, Webb CA, Deldonno SR, Kipman M, Schwab ZJ, Weiner MR, et al. Habitual 'sleep credit' is associated with greater grey matter volume of the medial prefrontal cortex, higher emotional intelligence and better mental health. J Sleep Res. 2013;22(5):527-34. https://doi.org/10.1111/jsr.12056

13. Norouzi,K.,mahdavi nejad,R.,mohammadi,M. Effect of core and hip neuromuscular training on knee joint position sense and static balance of male athletes with anterior cruciate ligament reconstruction. Studies in Sport Medicine, 2019; 11(25): 109-126. doi: 10.22089/smj.2019.7591.1379 [In Persian]. https://doi.org/10.22089/smj.2019.7591.1379
14. Ford KR, Myer GD, Hewett TE. Valgus knee motion during landing in high school female and male basketball players. Med Sci Sports Exerc. 2003;35(10):1745-50. https://doi.org/10.1249/01.mss.0000089346.85744.d9
15. Hewett TE, Myer GD, Ford KR, Heidt RS, Jr., Colosimo AJ, McLean SG, et al. Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. Am J Sports Med. 2005;33(4):492-501. https://doi.org/10.1177/0363546504269591
16. Relph N, Herrington L, Tyson S. The effects of ACL injury on knee proprioception: a meta-analysis. Physiotherapy. 2014;100(3):187-95. https://doi.org/10.1016/j.physio.2013.11.002
17. Webster KE, Hewett TE. What is the evidence for and validity of return-to-sport testing after anterior cruciate ligament reconstruction surgery? A systematic review and meta-analysis. Sports Medicine. 2019;49:917-29. https://doi.org/10.1007/s40279-019-01093-x
18. Tallard JC, Hedt C, Lambert BS, McCulloch PC. The role of fatigue in return to sport testing following anterior cruciate ligament reconstruction. International Journal of Sports Physical Therapy. 2021;16(4):1043. https://doi.org/10.26603/001c.25687
19. Davis K, Williams JL, Sanford BA, Zucker-Levin A. Assessing lower extremity coordination and coordination variability in individuals with anterior cruciate ligament reconstruction during walking. Gait & Posture. 2019;67:154-9. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.10.010
20. Zhao D, Pan J-k, Lin F-z, Luo M-h, Liang G-h, Zeng L-f, et al. Risk factors for revision or rerupture after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. The American Journal of Sports Medicine. 2023;51(11):3053-75. https://doi.org/10.1177/03635465221119787
21. Cronström A, Tengman E, Häger CK. Return to sports: a risky business? A systematic review with meta-analysis of risk factors for graft rupture following ACL reconstruction. Sports Medicine. 2023;53(1):91-110. https://doi.org/10.1007/s40279-022-01747-3
22. García-Luna MA, Cortell-Tormo JM, García-Jaén M, Ortega-Navarro M, Tortosa-Martínez J. Acute effects of ACL injury-prevention warm-up and soccer-specific fatigue protocol on dynamic knee valgus in youth male soccer players. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020;17(15):5608. https://doi.org/10.3390/ijerph17155608
23. Hossein Ahmadzadeh Wasati, Hosseini, Seyed Rouhollah, Hassan Sanei. The relationship between sleeping habits and sleep schedule variables with students' sleep quality. Ilam University of Medical Sciences. 2013;21. [In Persian].
24. Mirkarimpour SH, Fallah Mohammadi M, Alizadeh MH. The effect of functional fatigue on landing mechanics using the Landing Error Scoring System (LESS). Scientific Journal System. 2015;13(9):24-36. https://doi.org/10.18869/ACADPUB.JSMT.13.9.24 [In Persian].
25. Gabriel EH, Powden CJ, Hoch MC. Comparison of the Y-Balance Test and Star Excursion Balance Test: Utilization of a Discrete Event Simulation. J Sport Rehabil. 2020;30(2):214-9.
26. Zhao Y, Chen Z, Li L, Wu X, Li W. Changes in proprioception at different time points following anterior cruciate ligament injury or reconstruction. J Orthop Surg Res. 2023;18(1):547. https://doi.org/10.1186/s13018-023-04044-5
27. Rosen A. The Effect of Sleep on Athletic performance: a critically appraised topic. Student research and Creative Activity Fair 2024;1.
28. Erlacher D. Sleep deprivation and athletic performance. In: Sport and sleep: applied sleep research for sports science. Cham: Springer; 2024. p. 85-95. https://doi.org/10.1007/978-3-662-68754-3_7
29. Fullagar HH, Vincent GE, McCullough M, Halson S, Fowler P. Sleep and sport performance. Journal of Clinical Neurophysiology. 2023;40(5):408-16. https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000638
30. Norhafizah N, Hidayat T. Hubungan antara kecanduan smartphone dengan kualitas tidur mahasiswa/i keperawatan di STIKES Intan Martapura Tahun 2022. Jurnal Ilmu Kesehatan Insan Sehat. 2022;10(2):111-6. https://doi.org/10.54004/jikis.v10i2.85

31. Silva AC, Silva A, Edwards BJ, Tod D, Souza Amaral A, de Alcântara Borba D, et al. Sleep extension in athletes: what we know so far - a systematic review. Sleep Med. 2021;77:128-35. https://doi.org/10.1016/j.sleep.2020.11.028
32. Fullagar HHK, Vincent GE, McCullough M, Halson S, Fowler P. Sleep and sport performance. Journal of Clinical Neurophysiology. 2023;40(5):408-16. https://doi.org/10.1097/WNP.0000000000000638
33. Paillard T. Detrimental effects of sleep deprivation on the regulatory mechanisms of postural balance: a comprehensive review. Frontiers in Human Neuroscience. 2023;17:1146550. https://doi.org/10.3389/fnhum.2023.1146550
34. Marin H, Indrayani AW, Nugraha MHS, Dinata IMK. Kualitas tidur buruk memperlambat waktu reaksi visual pada Mahasiswa Program Studi Sarjana Fisioterapi Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas. 2023;8(2):144-52. https://doi.org/10.14710/jekk.v8i2.18047
35. Serrano-Checa R, Hita-Contreras F, Jiménez-García JD, Achalandabaso-Ochoa A, Aibar-Almazán A, Martínez-Amat A. Sleep quality, anxiety, and depression are associated with fall risk factors in older women. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020;17(11):4043. https://doi.org/10.3390/ijerph17114043

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی