



The effect of sitting with legs crossed on rotation and range of motion of the lower back, pelvis, and thigh: A systematic review

Ali asghar Norasteh¹; Mohammad Yasavoli Sharahi^{2*}; Hamed Zarei³

1. Professor, Department of Physiotherapy, Faculty of Medicine, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran.

2. PhD Student in sports injury and corrective exercises, Department of Sports Injury and Corrective Exercises, Faculty of Physical Education and Sports Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

3. Assistant Professor, PhD, Sports Biomechanics Department, Faculty of Physical Education & Sport Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

Received: June 2025; Accepted: February 2026

Keywords

Sitting Position,

Range of Motion,

Hip Joint,

Lumbar Vertebrae.

Abstract

Background and Aim: Cross-legged sitting is a common daily postural habit, yet its biomechanical effects on the lumbopelvic region and lower extremities remain insufficiently understood. This review aimed to synthesize evidence on the effects of sitting with crossed legs on rotational mobility and range of motion of the lumbar spine, pelvis, and hip joint.

Methods: A systematic search was performed in Google Scholar, PubMed, Science Direct, PEDro, and MedLib using the English keywords Leg Crossed, Hip and thigh range of motion, and Hip rotation. Persian databases including Magiran, Irandoc, IranMedex, MedLib, and SID were searched using the keywords legs crossed, range of motion of the pelvis, thigh and lumbar spine. The search covered studies published between September 2000 and September 2024. Studies of any design examining sitting posture effects on hip, pelvic, or lumbar ROM were eligible.

Findings: Ten studies met the inclusion criteria. Most reported that cross-legged sitting induces postural asymmetries, particularly increased external hip rotation and compensatory lumbar changes. Methodological heterogeneity due to variations in measurement tools, sample sizes, and participant ages led to inconsistent outcomes. Only a few studies explored links to low back pain, with inconclusive results.

Conclusion: Current evidence confirms a relationship between cross-legged sitting and altered hip-pelvis-spine kinematics. The proposed mechanism involves adaptive shortening of the hamstring and tensor fasciae latae muscles, restricting thigh and back ROM. Although some evidence suggests a potential link to back pain, the scarcity of high-quality studies highlights the need for future prospective research with standardized methods.

* Corresponding Author: Tel: 09186979158

✉ Email: mohammadyasavoli726@gmail.com

Orcid Code:0009-0002-1830-4048

Extended Abstract

Introduction

The skeletal system serves as a fundamental framework for the human body, providing attachment points for various groups of postural muscles. Notably, the pelvis and knees are critical structures that influence overall posture and musculoskeletal function (1).

There remains a lack of consensus regarding the specific mechanisms underlying the relationship between sitting posture and the rotations of the waist, hips, and thighs. Various studies have explored the effects of sitting with legs crossed on the range of motion in these anatomical regions, yielding a diverse array of findings. A review of existing literature reveals that each study operates within a distinct framework and, at times, presents contradictory results. This variability poses challenges for researchers attempting to draw accurate conclusions and synthesize information effectively. Notably, the current investigation found no comprehensive study that thoroughly examines the impact of sitting with legs crossed on the rotation and range of motion of the waist, hips, and thighs. Consequently, the objective of the present study is to systematically review the research conducted to date on the effects of sitting with legs crossed on the rotation and range of motion of the waist, pelvis, and thigh. This review aims to summarize the findings for the benefit of other researchers and interested parties.

Method

To identify relevant studies, a systematic and comprehensive search was performed across multiple electronic databases, including Google Scholar, PubMed, Science Direct, PEDro, and MedLib. The search strategy employed a combination of the following English keywords: "Leg Crossed," "Hip and Thigh Range of Motion," and "Hip Rotation," using Boolean operators (AND, OR) to maximize retrieval of relevant articles. Additionally, to ensure thorough coverage of Persian-language literature, searches were conducted in internal databases, including Magiran, Irandoc, IranMedex, MedLib, and SID, using Persian equivalents of the keywords: "legs crossed," "range of motion of the hip," "thigh," and "lumbar spine." A time filter was applied to restrict the search to studies published between September 2000 and September 2024 across all databases.

Eligibility criteria were established prior to the search. Inclusion criteria consisted of: (1) original research articles examining the relationship between cross-legged sitting posture and range of motion of the hip, thigh, or lumbar spine; (2)

studies with any design, including cross-sectional, comparative, and experimental studies. Exclusion criteria included: (1) articles presented exclusively at conferences or symposiums without full-text publication; (2) studies published in languages other than English or Persian, due to limited translation resources; and (3) duplicate or highly similar articles.

The initial search yielded a total of 1,080 articles. Following a preliminary screening of titles, 528 articles were removed as duplicates. Subsequently, 358 articles were excluded due to similarity in content or lack of direct relevance to the research question. This screening process left 90 articles eligible for abstract evaluation. After careful review of the abstracts against the predefined inclusion criteria, 80 additional articles were excluded. Ultimately, 10 articles met all eligibility criteria and were selected for full-text review and data extraction in the present study. The quality of the included studies was assessed using the Newcastle-Ottawa Scale (NOS), and the findings were synthesized narratively.

Results

The review of eligible studies consistently demonstrated that adopting a cross-legged sitting posture significantly alters lumbopelvic and hip kinematics. The most frequently reported changes included increased hip external rotation, increased lumbar rotation, and increased lumbar flexion. Some studies specifically confirmed that this posture leads to increased external rotation of the thigh and rotation of the lumbar region, while others reported that lumbar flexion is more prominently affected. Additionally, several investigations observed lateral pelvic tilt, postural asymmetries, and altered gluteal pressure distribution following prolonged cross-legged sitting.

Beyond kinematic changes, evidence also indicated that this posture may negatively affect lumbar proprioception, suggesting a potential impact on neuromuscular control. Although the included studies utilized diverse measurement tools ranging from calipers and goniometers to advanced 3D motion analysis systems and digital inclinometers, the overall direction of findings remained consistent across most investigations. Despite variations in sample sizes, age ranges, and gender distributions, demographic factors did not appear to significantly influence the primary outcomes. Nearly all studies converged on the conclusion that habitual or prolonged cross-legged sitting adversely affects hip and lumbar alignment. Furthermore, some evidence suggested a potential association between this posture and low back

pain; however, this link remains underexplored and warrants further investigation through well-designed prospective studies (Table 1).

Discussion

The present review aims to investigate the effects of sitting with legs crossed on the rotation and range of motion of the waist, pelvis, and thigh. The findings indicate that adopting a sitting posture with legs crossed significantly alters the kinematics of the lower limb, resulting in an increased range of motion in both the external rotation of the thigh and pelvis, as well as lumbar rotation. However, it is important to note that various factors, such as measurement tools, sample size, participant age, and flexibility, may influence the accuracy of the conclusions drawn from this review. For instance, the domestic study utilized calipers and goniometers for measurements, while most international studies employed more advanced and precise tools, including photography, digital inclinometers, and motion analysis devices, to assess the impact of sitting with legs crossed on lower limb kinematics. The results consistently demonstrate that individuals who habitually sit with their legs crossed experience changes in their lower limb kinematics. In contemporary society, there is a growing trend of spending more time in this posture compared to standing, largely attributable to advancements in science and technology, increased reliance on automobiles, even for short distances, and prolonged computer use, which collectively contribute to a sedentary lifestyle. Sitting with legs crossed is often perceived as a comfortable position, leading many individuals to engage in work and activities while in this posture, which can subsequently result in increased muscle fatigue.

Clinical application

Using a multifaceted approach including postural assessment, targeted stretching of the hamstring and tensor fascia latae muscles, strengthening of gluteal and deep pelvic stabilizers, ergonomic modifications, and patient education, corrective exercise and rehabilitation specialists can effectively prevent and manage lumbopelvic musculoskeletal disorders associated with cross-legged sitting. For clinical application, it is recommended to assess sitting habits in patients with chronic low back pain or pelvic instability, design individualized corrective programs, and integrate these interventions into a comprehensive treatment plan involving physiotherapy and ergonomic training when necessary.

Compliance with ethical guidelines

Given the review nature of this study, all ethical principles, including scientific integrity, transparency in reporting, and proper citation of sources, were observed throughout the research process.

Funding

The present study received no financial support.

Author's Contribution

In the present study, the corresponding author was responsible for the literature search, screening, data extraction, and preparation of the initial draft. Scientific review, final editing, and approval of the study content were performed by all authors.

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest in the present study.

Acknowledgments

None.

Table 1. Summary of Key Biomechanical Findings Across Included Studies

Variable / Outcome	Observed Change	Consensus / Consistency
Hip external rotation ROM	Significant increase	Highly consistent (9 out of 10 studies)
Lumbar rotation ROM	Significant increase	Highly consistent (most studies)
Lumbar flexion ROM	Increase (reported in several studies)	Moderately consistent
Pelvic alignment	Lateral pelvic tilt / Postural asymmetry	Consistently reported (prolonged sitting)
Lumbar proprioception	Decreased accuracy / Impairment	Reported in one high-quality study
Low back pain (LBP)	Potential association (positive)	Limited evidence; further research needed
Effect of age & gender	No significant influence on outcomes	Consistent across all demographic ranges



اثر نشستن با پاهای روی هم بر چرخش و دامنه حرکتی کمر، لگن و ران: یک مطالعه مروری سیستماتیک

علی اصغر نورسته^۱، محمد یساولی شراهی^{۲*}، حامد زارعی^۳

۱- استاد، گروه فیزیوتراپی و توانبخشی، دانشکده پزشکی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۲- دانشجوی دکتری، گروه آسیب شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۳- استادیار، گروه بیومکانیک ورزشی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

مقاله مروری

دریافت: تیر ۱۴۰۴؛ پذیرش: بهمن ۱۴۰۴

چکیده

زمینه و هدف: هدف از انجام مطالعه حاضر، مرور مطالعات مربوط به اثر نشستن با پاهای روی هم بر چرخش و دامنه حرکتی کمر، لگن و ران بود.

روش بررسی: برای انجام این مطالعه، جهت دسترسی به مطالعات انجام شده در زمینه نشستن با پای روی هم و محدودیتهای دامنه حرکتی کمر و لگن، جستجو در موتور جستجوگرهای Google Scholar، Pubmed، Science Direct، PEDro و MedLib با وارد کردن کلیدواژههای Leg Crossed، Hip and thigh range of motion، Hip rotation انجام شد. در پایگاههای داخلی Magiran، IranDoc، IranMedex، MedLib و SID نیز کلیدواژههای پاهای روی هم، دامنه حرکتی لگن، ران و کمر وارد شدند. فیلتر زمانی با بازه سپتامبر ۲۰۲۴-۲۰۰۰ در تمامی پایگاهها اعمال شد.

یافته‌ها: با توجه به جستجوهای محقق، در مجموع ۱۰ مطالعه اثر گذاری وضعیت نشستن، بر دامنه حرکتی ران، لگن و کمر را بررسی کرده اند. از این بین تمام مطالعات به این موضوع اشاره دارند، که این نوع نشستن منجر به برهم خوردن راستای پاسچر در افراد شده و منجر به افزایش چرخش خارجی ران و روتیشن ناحیه کمری میشود. متغیرهای مختلفی از جمله ابزار اندازه گیری، تعداد نمونه های آماری و دامنه سنی آزمودنی ها سبب نتایج متفاوت در مطالعات شده است. همچنین مطالعات محدودی اثر این نوع نشستن را بر کمر درد گزارش کرده اند.

نتیجه گیری: با مرور مطالعات، می توان به این نتیجه رسید که ارتباط معنی داری بین قرارگیری در وضعیت نشسته با پاهای روی هم و اثرات آن بر کینماتیک اندام تحتانی و کمر وجود دارد. بنظر می رسد، اثر گذاری کوتاهی عضلات همسترینگ و تنسورفاشیالاتا منجر به اختلال در دامنه حرکتی ران و کمر می شود. علاوه براین اثر این نوع نشستن بر کمر درد گزارش شده است، اما مطالعات گزارش کمر درد بسیار محدود است که نیاز به طراحی مطالعات آینده نگر بیشتری می باشد تا نتیجه گیری دقیق تر و بهتری انجام شود.

واژگان کلیدی

وضعیت نشستن، دامنه

حرکتی مفصل، مفصل ران،

مهره های کمری.

مقدمه

ساختارهای اسکلتی، به عنوان زیرساخت‌های بنیادی بدن انسان، محل اتصال گروه‌های مختلف عضلات هستند و از مهم‌ترین این ساختارها می‌توان به لگن و زانو اشاره کرد (۲). وضعیت زانو و لگن می‌تواند بر وضعیت قرارگیری مهره‌های کمری - خاجی تأثیرگذار باشد و از این طریق بر رابطه طول - تنش عضلانی اثر بگذارد (۳). نشستن یکی از رایج‌ترین پوسچرهای بدنی در طول فعالیت‌های روزمره است. تقریباً سه چهارم از همه افراد در کشورهای صنعتی دارای مشاغل هستند که مستلزم کار در وضعیت نشسته هستند (۴). بسیاری از فعالیت‌ها نیازمند استفاده از وضعیت بدنی مختلف هستند و این غالباً منجر به اعمال وضعیت نشسته در حین کار می‌شود. بخش عمده‌ای از جمعیت جامعه زمان زیادی از روز را در وضعیت نشسته و به‌ویژه در استفاده از وسایل الکترونیکی به سر می‌برند (۵).

در پژوهشی که اخیراً در هنگ‌کنگ در میان دانشجویان انجام شد، نشان داده شد که میانگین استفاده از رایانه‌ی شخصی ۲۲.۷ ساعت در هفته است که حاکی از ساعات طولانی نشستن و وضعیت‌های ساکن بدنی در این جمعیت است (۶). یکی از انواع نشستن، نشستن با پاهای روی هم می‌باشد. در این وضعیت، عضلات بخش خارجی همسترینگ زانو (دوسر رانی) دچار سفتی بیش‌از حد و عضلات بخش داخلی (نیم‌غشایی و نیم‌وتری) زانو دچار کشیدگی بیش‌از حد می‌شوند (۷)؛ بنابراین، سفتی یا ضعف عضلات ممکن است در اثر تغییر قرارگیری پوسچرال ایجاد شود یا علت ایجاد این وضعیت باشد (۸). تغییر در قرارگیری این ساختارها در ارزیابی وضعیت بدنی، نقش کلیدی در شناسایی و تحلیل دیسفانکشن‌ها ایفا می‌کند. در عضلاتی که به علت ماهیت فلکسوری و اداکتوری مستعد کوتاهی هستند، کوتاهی عضله بدون وجود هیچ علت پاتولوژی خاص و تنها به علت عدم حرکت مداوم عضله در دامنه حرکتی کامل خود ایجاد می‌شوند (۹). کوتاهی عضله باعث کاهش دامنه حرکتی مفصل، ایجاد الگوهای حرکتی نامناسب، ایমبالانس‌های عضلانی و کاهش قدرت عضلات می‌شود. این وضعیت می‌تواند با اختلالات اسکلتی - عضلانی بخش‌های مختلف بدن از جمله ناراحتی و درد کمر، گردن، شانه، مچ مرتبط باشد (۱۰). در مقایسه با ناراحتی‌های دیگر بخش‌های بدن، درد کمر یکی از مهم‌ترین مشکلات مرتبط با فعالیت‌های

روزمره است. این مشکل به‌ویژه با نشستن طولانی مدت و قرار دادن پاها روی هم ارتباط دارد؛ بنابراین، بر اساس یافته‌های پیشین، اولین گام در پیشگیری و درمان اختلالات اسکلتی - عضلانی، ارزیابی وضعیت پاسچر است (۱۱).

به نظر می‌رسد که متغیرهای مختلفی نظیر ابزارهای اندازه‌گیری، حجم نمونه‌های آماری و دامنه سنی آزمودنی‌ها در مطالعات گوناگون می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر نتایج این تحقیقات داشته باشند. به همین دلیل، محققان مطالعه حاضر، به بررسی تفاوت‌های ذکرشده در این متغیرها در مطالعات مختلف پرداختند. در این راستا بات و همکاران (۲۰۲۳)، در مطالعه‌ای با بررسی پاسچر نشستن با پاهای روی هم بر وضعیت کمر در مشاغل کم‌تحرك نتیجه گرفتند که نشستن با پاهای روی هم به صورت طولانی مدت، باعث افزایش روتیشن کمر و کمردرد می‌شود (۱۲). جسا و همکاران (۲۰۲۴)، گزارش کردند که نشستن با پاهای روی هم بر روتیشن ناحیه کمری اثری ندارد، ولی منجر به افزایش فلکشن ناحیه کمری می‌شود (۱۳).

بنابراین، هنوز توافق کلی روی یک سازوکار خاص نوع نشستن و ارتباط آن با چرخش‌های کمر، لگن و ران حاصل نشده است. در این زمینه تاکنون مطالعات گوناگونی به بررسی تأثیر نشستن با پاهای روی هم بر دامنه حرکتی لگن و ران و کمر پرداخته‌اند و اطلاعات متنوعی را در این راستا فراهم کرده‌اند.

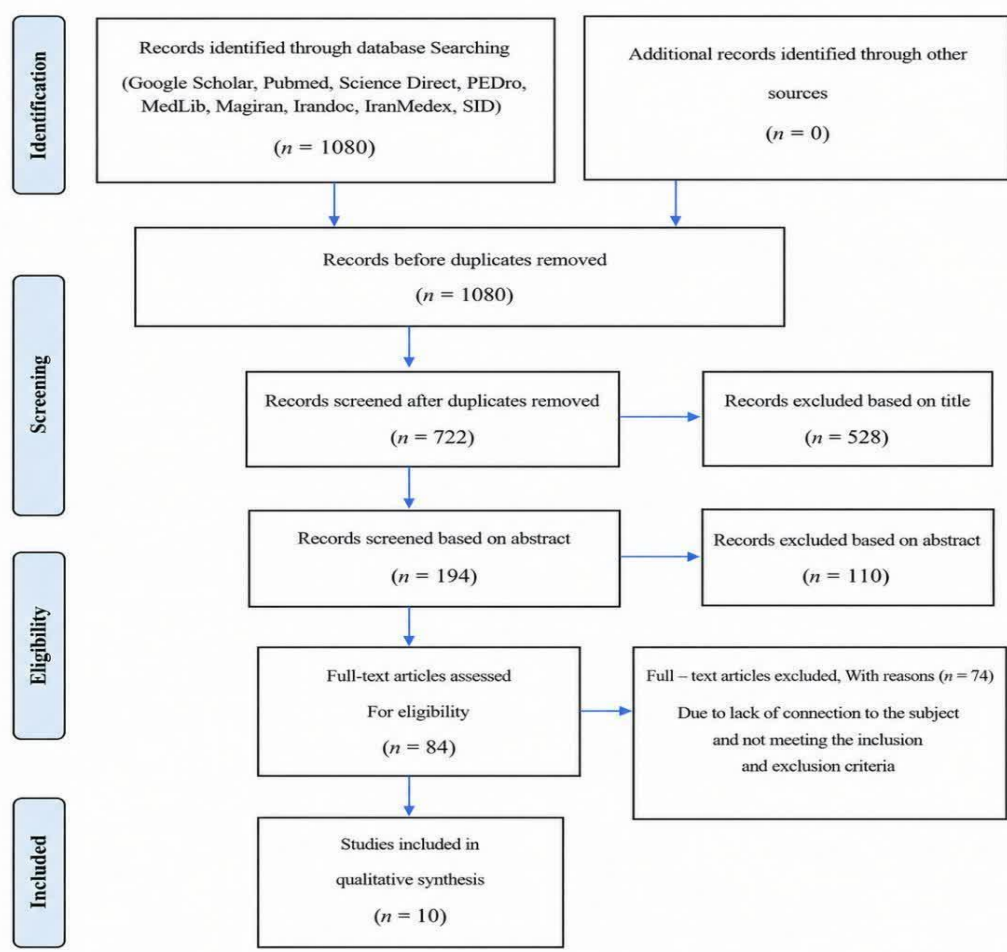
با بررسی تحقیقات پیشین می‌توان به این نتیجه رسید که هر کدام از این مطالعات دارای چهارچوب متفاوتی بوده و گاهی اوقات، نتایج ضدونقیضی را گزارش داده‌اند. این امر سبب می‌شود، سایر محققین در نتیجه‌گیری و جمع‌بندی صحیح و استخراج درست اطلاعات با مشکلات عدیده‌ای مواجه شوند. همچنین، ذکر این مورد مهم است که با توجه به جستجوهای مطالعه حاضر، پژوهشی که به صورت مروری و جامع به بررسی ارتباط اثر نشستن با پاهای روی هم بر چرخش و دامنه حرکتی کمر و لگن و ران بپردازد، یافت نشد؛ بنابراین، مقصود مطالعه حاضر این است تا در طی یک مطالعه مروری، تحقیقاتی را که تاکنون در زمینه اثر نشستن با پای روی هم بر چرخش و دامنه حرکتی کمر و لگن و ران انجام شده است، مورد بررسی قرار دهد و در انتها جمع‌بندی نتایج تحقیقات در اختیار دیگر محققین و علاقه‌مندان قرار بگیرد.

روش تحقیق

پذیرش قرار گرفتند. در نهایت، مقالات تکراری یا دارای محتوای مشابه نیز از فرایند بررسی کنار گذاشته شدند تا از هرگونه تکرار در تحلیل جلوگیری شود. پس از اعمال این معیارها، تعداد ۱۰ مقاله واجد شرایط برای بررسی نهایی انتخاب شدند (۱۴).

بر همین اساس، جستجوی اولیه منجر به دستیابی ۱۰۸۰ مقاله شد. پس از بررسی عناوین و شناسایی مقالات تکراری و مشابه، به ترتیب ۵۲۸ و ۳۵۸ مقاله حذف شدند. ۱۹۴ مقاله جهت ارزیابی چکیده باقی ماندند. در نهایت، تعداد ۱۰ مقاله برای بررسی در مطالعه حاضر انتخاب شدند (مرور دقیق مقالات را در شکل ۱ ببینید). همچنین کیفیت این مطالعات نیز با استفاده از ابزار Newcastle-Ottawa Scale (NOS) مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آن در جدول ۱ ارائه شده است.

برای دسترسی به مطالعات انجام شده جستجو در پایگاه‌های Science Direct, Pubmed, Google Scholar, PEDro و MedLib با وارد کردن کلیدواژه‌های Leg Crossed, Hip rotation و Hip and thigh range of motion انجام شد. در پایگاه‌های داخلی Magiran, IranDoc, IranMedex, SID و MedLib نیز کلیدواژه‌های پاهای روی هم، دامنه حرکتی لگن، ران و کمر وارد شدند. فیلتر زمانی با بازه سپتامبر ۲۰۲۴-۲۰۰۰ در تمامی پایگاه‌ها اعمال شد. معیارهای ورود و خروج برای مطالعه حاضر به صورت زیر بود: مطالعاتی در این مرور وارد شدند که به بررسی رابطه بین نشستن با پاهای روی هم و دامنه حرکتی مفصل ران، ران یا ناحیه کمری پرداخته باشند. مقالاتی که صرفاً به صورت چکیده در کنفرانس‌ها یا همایش‌ها ارائه شده بودند، از مطالعه حذف گردیدند. همچنین به دلیل محدودیت در منابع ترجمه، تنها مقالات منتشرشده به زبان‌های انگلیسی یا فارسی مورد



شکل ۱- فرایند مطالعه مروری بر اساس فلوچارت PRISMA

جدول ۱- ارزیابی کیفیت مقالات وارد شده بر اساس ابزار Newcastle-Ottawa Scale (NOS)

ردیف	نویسنده (سال)	نوع مطالعه	انتخاب نمونه (۴ امتیاز)	مقایسه پذیری (۲ امتیاز)	ارزیابی نتایج (۳ امتیاز)	امتیاز کل (۹)	سطح کیفیت
۱	بات و همکاران (۲۰۲۳)	علی-مقایسه‌ای	۴	۲	۳	۹	بالا
۲	جسا و همکاران (۲۰۲۴)	علی-مقایسه‌ای	۴	۲	۳	۹	بالا
۳	لی و همکاران (۲۰۱۸)	علی-مقایسه‌ای	۳	۱	۲	۶	متوسط
۴	شین و همکاران (۲۰۲۲)	علی-مقایسه‌ای	۳	۱	۲	۶	متوسط
۵	لی و همکاران (۲۰۱۱)	علی-مقایسه‌ای	۴	۱	۲	۷	بالا
۶	باب ویک و همکاران (۲۰۲۲)	علی-مقایسه‌ای	۳	۱	۲	۶	متوسط
۷	پارک و همکاران (۲۰۱۴)	علی-مقایسه‌ای	۴	۱	۳	۸	بالا
۸	یون و همکاران (۲۰۱۹)	علی-مقایسه‌ای	۳	۱	۲	۶	متوسط
۹	کارکوشا و همکاران (۲۰۲۱)	علی-مقایسه‌ای	۴	۱	۳	۸	بالا
۱۰	مظفری پور و همکاران (۲۰۱۸)	علی-مقایسه‌ای	۳	۱	۲	۶	متوسط

یافته‌های مطالعه

با بررسی مطالعات می‌توان به این نتیجه رسید، خطر بروز افزایش دامنه چرخش خارجی لگن و روتیشن و فلکشن ناحیه کمری با نشستن با پاهای روی هم وجود دارد. بررسی ارتباط بین نشستن با پاهای روی هم و تأثیر آن بر دامنه چرخش خارجی لگن و روتیشن و فلکشن ناحیه کمری، هم در داخل کشور و هم در خارج از کشور مؤید این موضوع می‌باشد. در داخل کشور، بر اساس جستجوهای محقق، یک مطالعه به بررسی این موضوع پرداخته است و نشان داده که نشستن با پاهای روی هم منجر به افزایش چرخش خارجی ران و روتیشن ناحیه کمری می‌شود. در خارج از کشور نیز به خاطر اهمیت این موضوع، چندین مطالعه به بررسی آن پرداخته‌اند. به‌طوری‌که، در مجموع ۹

مطالعه اثرگذاری وضعیت نشستن با پاهای روی هم را بر دامنه حرکتی ران، لگن و کمر بررسی کرده‌اند. تمامی این مطالعات به این نکته اشاره دارند که نشستن با پاهای روی هم منجر به افزایش چرخش خارجی ران و روتیشن ناحیه کمری می‌شود و همچنین می‌تواند منجر به برهم خوردن راستای پاسچر در افراد شود. بر اساس یافته‌های حاصل از تعداد آزمودنی‌ها و دامنه سنی آن‌ها در مطالعات ذکر شده، به نظر می‌رسد که تفاوت در این متغیرها نمی‌تواند منجر به تفاوت در اثرات گزارش شده شود. تقریباً اکثر مطالعات، علیرغم روش‌های اندازه‌گیری متفاوت و رده‌های سنی و جنسی مختلف، از این نظر که این نوع نشستن سبب تغییر در زوایای لگن و کمر می‌شود، اتفاق نظر دارند.

جدول ۲- اثر نشستن با پاهای روی هم بر چرخش و دامنه حرکتی کمر و لگن و ران

محقق	عنوان	جامعه	ابزار اندازه‌گیری	نوع مطالعه	نتایج و توضیحات
مظفری پور و همکاران (۲۰۱۸) (۱۵)	بررسی راستای اندام تحتانی در افراد با پاهای روی هم	۱۲۰ نفر مرد ۱۸ تا ۲۵ سال	کولیس و گونیامتر	علی - مقایسه‌ای	نتایج نشان داد، در حالت نشسته با پاهای روی هم پای بالایی در وضعیت چرخش خارجی، زاویه Q و آنتی ورژن ران نیز افزایش پیدا می‌کند.

لی و همکاران (۲۰۱۸) (۱۶)	ارتباط بین دامنه حرکتی چرخش لگن	۴۰ فرد ۶۰ تا ۷۵ سال	آزمون افت ناویکولار و کولیس	علی - مقایسه‌ای	دامنه حرکتی چرخش خارجی ران و مفصل هیپ در زمان نشستن با پاهای روی هم به صورت طولانی مدت افزایش پیدا می‌کند.
شین و همکاران (۲۰۲۲) (۱۷)	بررسی تأثیر وضعیت نشستن با پاهای روی هم بر حرکت مفاصل اندام تحتانی	۶۰ نفر مرد ۱۸ تا ۴۰ سال	شیب‌سنج دیجیتال	علی - مقایسه‌ای	وضعیت نشستن با پاهای روی هم منجر به افزایش دامنه حرکتی چرخش خارجی ران و زانو و افزایش دامنه حرکتی فلکشن ناحیه توراسیک شد.
لی و همکاران (۲۰۱۱) (۱۸)	اثر نشستن با پاهای روی هم بر وضعیت لگن و کمر	۱۴ نفر ۹ مرد و ۵ زن ۱۴ تا ۲۵ سال	شیب‌سنج دیجیتال	علی - مقایسه‌ای	پس از ۱۰ دقیقه نشستن با پاهای روی هم منجر به تیلت جانبی لگن به سمت راست و افزایش دامنه حرکتی چرخش خارجی ران شد.
باب ویک و همکاران (۲۰۲۲) (۱۹)	بررسی نشستن با پاهای روی هم بر وضعیت اندام تحتانی	۵۴ مرد ۱۸ تا ۳۰ سال	شیب‌سنج دیجیتال	علی - مقایسه‌ای	افزایش چرخش خارجی ران و فلکشن جانبی کمر به سمت راست پس از نشستن با پاهای روی هم به صورت طولانی مدت
پارک و همکاران (۲۰۱۴) (۲۰)	بررسی پاسچر نشستن با پاهای روی هم بر وضعیت اندام تحتانی در بزرگسالان	۲۳۲ فرد بزرگسال ۲۰ تا ۳۰ ساله ۸۴ مرد و ۱۳۲ زن	شیب‌سنج دیجیتال و کولیس	علی - مقایسه‌ای	نشستن با پاهای روی هم به مدت بیش از سه ساعت در روز ممکن است باعث افزایش شیب جانبی لگن و وضعیت سر به جلو شود.
یون و همکاران (۲۰۱۹) (۲۱)	بررسی پاسچر نشستن با پاهای روی هم بر وضعیت کمر و سینه	۳۰ فرد سالم ۱۴ مرد و ۱۶ زن ۳۰ ساله	سیستم سهبعدی آنالیز حرکت	علی - مقایسه‌ای	نشستن با پاهای روی هم به صورت طولانی مدت، باعث افزایش فلکشن و روتیشن کمر به همان سمت و وضعیت سر به جلو می‌شود.
کارکوشا و همکاران (۲۰۲۱) (۲۲)	بررسی پاسچر نشستن با پاهای روی هم بر وضعیت کمر حس عمقی آن	۳۶ مرد ۱۸ تا ۲۵ ساله	سیستم سهبعدی آنالیز حرکت و الکتروگونیا متر	علی - مقایسه‌ای	نشستن با پاهای روی هم به صورت طولانی مدت، باعث افزایش فلکشن و روتیشن کمر و کاهش حس عمقی می‌شود.
بات و همکاران (۲۰۲۳) (۱۲)	بررسی پاسچر نشستن با پاهای روی هم بر وضعیت کمر در مشاغل کم تحرک	۵۳ مرد ۴۱ ساله	سیستم سهبعدی آنالیز حرکت	علی - مقایسه‌ای	نشستن با پاهای روی هم به صورت طولانی مدت، باعث افزایش روتیشن کمر و کمر درد می‌شود.
جسا و همکاران (۲۰۲۴) (۱۳)	بررسی پاسچر نشستن سنتی و بر روی هم بر سینماتیک کمر و لگن	۱۶ مرد ۴۵ ساله	سیستم سهبعدی آنالیز حرکت	علی - مقایسه‌ای	نشستن سنتی باعث تغییر در سینماتیک کمر و لگن شده و منجر به افزایش فلکشن مهره‌های ناحیه کمری می‌شود.

بحث

پاهای روی هم بر چرخش و دامنه حرکتی کمر و لگن و ران
می‌باشد. نتایج این مطالعه مروری نشان داد، زمانی که فرد در

هدف از مطالعه مروری حاضر، بررسی اثر نشستن با

وضعیتی نقش بسزایی در بروز اختلالات سیستم اسکلتی-عضلانی دارد. نشان داده شده است که کوتاهی عضلات همسترینگ می‌تواند باعث ایجاد نقص‌های حرکتی شود که نتیجه آن برهم‌خوردن دامنه طبیعی ران و کمر و به‌صورت کلی قوس‌های طبیعی ستون فقرات شده و منجر به وارد آمدن فشارهای غیرطبیعی بر آن و اختلال در مفاصل ساکروایلیاک و انحراف‌های طبیعی ستون وضعیتی به دلیل عدم هماهنگی در قوس طبیعی ستون فقرات می‌شود (۲۶). در بیان علت تأثیر آن می‌توان به برهم‌خوردن رابطه طول-تنش عضلانی منجر به اختلال در مکانیک بافت شده و منجر به افزایش تونیسیته عضلانی می‌شود و درنهایت دامنه حرکتی اندام تحتانی و کمر را تحت تأثیر خود قرار می‌دهد (۲۷).

با مرور مطالعات، می‌توان به این نتیجه رسید که ارتباط معنی‌داری بین قرارگیری در وضعیت نشسته با پاهای روی هم و اثرات آن بر کینماتیک اندام تحتانی و کمر وجود دارد. به نظر می‌رسد، اثرگذاری کوتاهی عضلات همسترینگ و تنسورفاشیالاتا منجر به اختلال در دامنه حرکتی ران و کمر شده است؛ بنابراین، با توجه به یافته‌های پژوهش‌های پیشین، توجه به فراهم آوردن زمینه‌های لازم برای فعالیت بدنی و اصلاح ساختار قامتی افراد در حین نشستن ممکن است در بهبود وضعیت پاسچر آن‌ها مؤثر باشد. این پیشنهاد به‌ویژه در مطالعاتی که به بررسی تأثیر فعالیت‌های حرکتی بر بهبود وضعیت بدنی پرداخته‌اند، تأکید شده است.

یکی دیگر از یافته‌های مطالعات نشان می‌دهد که وقتی آزمودنی‌ها پس از ۱۰ دقیقه نشستن متقاطع به حالت ایستاده برمی‌گردند، شیب خلفی ایلیم در سمت همان طرف به‌طور قابل توجهی تغییر می‌کند. همچنین تغییراتی در شیب قدامی ایلیم سمت مقابل نیز مشاهده می‌شود. صفحه سطح مفصلی در مفصل ساکروایلیاک تقریباً عمودی است. این ساختار در هنگام سازگاری با نیروهای عظیم می‌لغزد. نوتیشن^۱ (نیرو از ستون فقرات به اندام تحتانی منتقل شود باعث می‌شود ساکروم به سمت جلو و هم‌زمان دو استخوان ایلیم هم به سمت داخل متمایل شوند و استخوان دنباله به سمت عقب و دو استخوان ایسکیوم هم به سمت خارج متمایل شوند) در مفصل ساکروایلیاک نیروهای فشاری و برشی (اصطکاک) بین سطوح مفصل را افزایش می‌دهد و این نیروها باعث افزایش

یک پاسچر نشسته با وضعیت پاهای روی هم قرار می‌گیرد، کینماتیک اندام تحتانی تحت تأثیر قرار می‌گیرد و دامنه حرکتی چرخش خارجی ران و لگن و روتیشن ناحیه کمری افزایش می‌یابد.

به نظر می‌رسد، متغیرهای مختلفی از جمله ابزارهای اندازه‌گیری، تعداد آزمودنی‌ها، سن آزمودنی‌ها و انعطاف‌پذیری در مطالعات مختلف، می‌تواند بر روی نتیجه‌گیری دقیق این مطالعه مروری اثرگذار باشد. در ارتباط با ابزار اندازه‌گیری، مطالعه صورت گرفته در داخل کشور، از ابزار کولیس و گونیامتر استفاده کرده است. در نقطه مقابل، اکثر مطالعات صورت گرفته در خارج از کشور، از ابزار کمی و بسیار دقیقی از جمله روش عکس‌برداری، شیب‌سنج دیجیتال و دستگاه آنالیز حرکت، برای برآورد میزان تأثیر نشستن با پاهای روی هم بر کینماتیک اندام تحتانی استفاده کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که افراد دارای عادت به نشستن با پاهای روی هم کینماتیک اندام تحتانی آن‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد. در حال حاضر، افراد زمان بیشتری را به نشستن با پاهای روی هم اختصاص می‌دهند تا ایستادن. این تغییر رفتار به دلیل پیشرفت‌های علم و فناوری و وابستگی به خودرو، حتی برای مسافت‌های کوتاه و همچنین مدت‌زمان طولانی صرف شده در خودرو، رخ داده است. استفاده گسترده از رایانه‌ها نیز به افزایش زندگی بی‌تحرك در جوامع امروزی کمک کرده است (۲۳). سبک نشسته با پاهای روی هم سبکی است که به‌صورت راحت تلقی می‌شود؛ و افراد عمدتاً در وضعیت نشسته با پاهای روی هم مشغول به کار و فعالیت هستند. این امر خستگی عضلانی را افزایش می‌دهد (۱۱).

تحقیقات پیشین نشان داده‌اند که افراد تمایل دارند در حالت نشسته، پاهای خود را روی هم قرار دهند. این رفتار ممکن است به دلیل احساس تغییر وزن یا بار بر روی بافت‌های نرم و عضلات، ایجاد ثبات در اندام تحتانی و همچنین به دلیل ملاحظات اجتماعی یا زیبایی‌شناختی باشد (۲۴). با این حال، نشستن با پاهای روی هم ممکن است باعث چرخش پاها، لگن و کمر و در نتیجه باعث ایجاد مشکلاتی در ناحیه کمر شود. یکی از عضلات اثرگذار بر وجود زانوی ضربدري عضلات همسترینگ می‌باشند. کوتاهی این عضلات منجر به اثرگذاری بر روی دامنه حرکتی ران و لگن می‌شود (۲۵). کوتاهی عضلات همسترینگ به‌عنوان یک عضله

^۱ Nutation

بگذارد؛ بنابراین، این نوع نشستن می‌تواند برای افرادی که به‌طور روزانه و به مدت طولانی در حالت نشسته کار می‌کنند، یک موقعیت تهدیدکننده محسوب شود (۳۲).

مطالعه حاضر در بررسی اثر نشستن با پاهای روی هم بر چرخش و دامنه حرکتی کمر، لگن و ران محدودیت‌هایی دارد که باید در تحقیقات آینده مورد توجه قرار گیرد. یکی از محدودیت‌ها، تعداد کم مطالعات موجود در این زمینه است که باعث می‌شود نتایج به‌دست‌آمده قابل تعمیم نباشند. همچنین، تفاوت‌های متغیرهایی مانند ابزار اندازه‌گیری، حجم نمونه و دامنه سنی آزمودنی‌ها می‌تواند بر نتایج تأثیرگذار باشد. به‌علاوه، تحقیقات محدودی به بررسی ارتباط میان نشستن با پاهای روی هم و کمردرد پرداخته‌اند، که نیاز به بررسی‌های بیشتر در این زمینه را نشان می‌دهد.

پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده، مطالعات بیشتری با طراحی‌های آینده‌نگر انجام شود تا به‌طور دقیق‌تری اثرات نشستن با پاهای روی هم بر کینماتیک اندام تحتانی و کمر بررسی شود. همچنین، استفاده از ابزارهای پیشرفته‌تر برای اندازه‌گیری دقیق‌تر دامنه حرکتی و چرخش می‌تواند به بهبود دقت نتایج کمک کند. علاوه بر این، بررسی تأثیرات این نوع نشستن بر گروه‌های سنی و جنسیتی مختلف می‌تواند به درک بهتری از اثرات آن کمک کند و راهکارهای بهتری برای بهبود وضعیت پاسچر و کاهش مشکلات مربوط به کمردرد ارائه دهد.

نتیجه‌گیری

با بررسی مطالعات موجود، می‌توان نتیجه گرفت که بین نشستن با پاهای روی هم و تأثیرات آن بر کینماتیک اندام تحتانی و کمر، ارتباط معناداری وجود دارد. به نظر می‌رسد که کوتاهی عضلات همسترینگ و تنسور فاشیالاتا باعث اختلال در دامنه حرکتی ران و کمر می‌شود. همچنین، تأثیر این نوع نشستن بر کمردرد نیز گزارش شده است، اما تعداد مطالعات مربوط به کمردرد بسیار محدود است. این موضوع نیازمند طراحی مطالعات آینده‌نگر بیشتری است تا بتوان نتیجه‌گیری‌های دقیق‌تری انجام داد.

کاربرد بالینی

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که اصلاح الگوی نشستن با پاهای روی هم و مداخلات توانبخشی هدفمند بر روی

پایداری می‌شود (۱۸). موقعیت بسته مفصل ساکروایلیاک نشان‌دهنده نوتیشن کامل است. مفصل ساکروایلیاک به‌راحتی توسط نیروهایی که یک گشتاور نوتیشن ایجاد می‌کنند تثبیت می‌شود. وزن بدن در اثر گرانش نیرویی عمودی ایجاد می‌کند و این نیرو از طریق مهره‌های کمری و معمولاً به سمت نقطه میانی مفاصل ساکروایلیاک هدایت می‌شود. گشتاور ناشی از وزن بدن، ساکروم را نسبت به ایلیم به سمت قدام می‌چرخاند، درحالی‌که گشتاور ناشی از وضعیت پاهای ضربدری، ایلیم را به سمت خلف نسبت به ساکروم می‌چرخاند (۲۸). هنگامی که آزمودنی‌ها پاهای خود را روی هم می‌اندازند، خار خاصره‌ای خلفی فوقانی پای بالایی به سمت پایین می‌چرخد، درحالی‌که استخوان ران بیش از ۹۰ درجه در پای حرکت داده شده، خم می‌شود (۲۹). در این حالت یک عدم تقارن در لگن و نیروی‌های متضاد بر روی لگن ایجاد می‌شود.

عدم تقارن لگن ممکن است مکانیک بدن را تغییر دهد و فشار بر روی بافت‌های استخوانی و نرم را افزایش دهد و به درد اسکلتی عضلانی کمک کند. نشان داده شده است که افراد دارای کمردرد که به‌صورت متقاطع می‌نشستند، عدم تقارن لگنی بالا دارند که به‌شدت با عدم تقارن در فلکشن جانبی کمر مرتبط است (۱۱). از آنجایی‌که شیب لگنی خلفی باعث کشیده شدن عضلات راست رانی و کوتاه شدن عضلات همسترینگ می‌شود، عدم تقارن لگن ممکن است بر طول عضلات منشأ گرفته از لگن تأثیر بگذارد (۳۰). علاوه بر این، اندام تحتانی در سمت چرخش به سمت عقب ایلیم ممکن است در معرض تغییراتی در زنجیره جنبشی خود قرار گیرد، به‌طوری‌که بارگذاری روی تاندون آشیل ممکن است در حین راه رفتن یا دویدن افزایش یابد و منجر به تاندونیت آشیل مزمن ناشی از میکروترومای مکرر شود (۳۱).

همچنین گزارش شده است که پس از نشستن با پاهای ضربدری برای مدت کوتاهی (۱۰ دقیقه)، یک تفاوت معنی‌داری در فشار گلوئتال زمانی که آزمودنی‌ها به حالت ایستاده عمودی بازگشتند، مشاهده شده است (۱۸). همچنین تحقیقات نشان داده‌اند که تغییر شکل اینکلینیشن^۱ لگنی در آزمودنی‌ها زمانی که به حالت ایستاده برگشتند، به حالت اولیه خود بازنگشت. فرض بر این است که نشستن مکرر به حالت پاهای ضربدری ممکن است بر تغییر شکل لگن تأثیر

^۱ inclination

۵. ادغام در یک برنامه درمانی جامع:

این مداخلات می‌توانند به‌عنوان بخشی از یک برنامه چندوجهی که شامل حرکات اصلاحی، فیزیوتراپی، آموزش‌های ارگونومی، و در صورت لزوم مشاوره روان‌شناختی برای اصلاح عادات حرکتی است، مورد استفاده قرار گیرند.

در نتیجه، با توجه به تأثیر ثابت‌شده نشستن با پاهای روی‌هم بر کینماتیک کمر و لگن و نقش کلیدی کوتاهی عضلات همسترینگ در این فرایند، گنجانیدن ارزیابی الگوی نشستن و مداخلات اصلاحی در پروتکل‌های استاندارد توانبخشی و حرکات اصلاحی، می‌تواند به کاهش کمردرد، بهبود عملکرد حرکتی و ارتقای کیفیت زندگی بیماران و ورزشکاران منجر شود.

ملاحظات اخلاقی

با توجه به ماهیت مروری این مطالعه، تمامی اصول اخلاقی نظیر صداقت علمی، شفافیت در گزارش‌دهی و رعایت امانت در ارجاع‌دهی به منابع، در این پژوهش رعایت شده است.

حمایت مالی

مطالعه حاضر هیچ گونه حمایت مالی دریافت نکرده است.

نقش نویسندگان

در تحقیق حاضر، نویسنده مسئول مسئولیت جستجو، غربالگری، استخراج داده‌ها و نگارش پیش‌نویس را بر عهده داشت. بازبینی علمی، ویرایش نهایی و تأیید محتوای مطالعه توسط تمامی نویسندگان انجام شده است.

تشکر و قدردانی

ندارد.

تضاد منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تضاد منافی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

عضلات همسترینگ و تثبیت‌کننده‌های لگن، می‌تواند به‌عنوان یک راهکار مؤثر در پیشگیری و مدیریت اختلالات اسکلتی-عضلانی ناحیه کمر و لگن مورد استفاده قرار گیرد. برای بهره‌برداری بالینی از این یافته‌ها، موارد زیر پیشنهاد می‌شود:

۱. ارزیابی عادت‌های نشستن در بیماران:

متخصصان حرکات اصلاحی و توانبخشی باید در ارزیابی بالینی اولیه بیماران مبتلا به کمردرد مزمن یا ناپایداری لگن، عادت به نشستن با پاهای روی‌هم را به‌عنوان یک عامل خطر مداخله‌گر بررسی کرده و الگوی نشستن بیمار را به‌طور دقیق ثبت نمایند.

۲. طراحی برنامه‌های کششی هدفمند:

برنامه‌های اصلاحی باید شامل تمرینات کششی تخصصی برای عضلات همسترینگ و تنسورفاشیالاتا باشد تا ضمن بهبود رابطه طول-تنشن، دامنه حرکتی چرخش خارجی ران و روتیشن کمر اصلاح گردد. این تمرینات باید بر اساس شدت کوتاهی عضلات و محدودیت‌های حرکتی هر بیمار، به‌صورت فردی طراحی شوند.

۳. تقویت عضلات ثبات‌دهنده لگن:

در کنار کشش عضلات، تقویت عضلات گلوئتال و عمقی لگن برای جبران عدم‌تقارن لگنی ناشی از نشستن متقاطع ضروری است. این تمرینات باید تحت نظارت متخصصان حرکات اصلاحی یا فیزیوتراپیست انجام شود تا از اجرای صحیح تکنیک‌ها و پیشگیری از آسیب اطمینان حاصل گردد.

۴. اصلاح ارگونومی محیط کار و آموزش به بیمار:

طراحی صندلی‌های ارگونومیک با تکیه‌گاه مناسب و تشویق افراد به استراحت‌های حرکتی مکرر (هر ۱۵ تا ۲۰ دقیقه) در محیط‌های کاری با نشستن طولانی‌مدت، می‌تواند تمایل به قرارگیری در وضعیت پاهای روی‌هم را کاهش دهد. همچنین، آگاهی‌بخشی به بیماران و ورزشکاران در مورد عوارض بیومکانیکی این نوع نشستن، شامل افزایش فشار بر مفاصل ساکروایلیاک و برهم‌خوردن راستای طبیعی ستون فقرات، می‌تواند انگیزه و پایداری آنان به اصلاح پاسچر را به‌طور معناداری افزایش دهد.

References

- Hosseinimehr SH, Anbarian M, Khosravi MT. The Survey of Scapulohumeral Rhythm and Isometric Strength ratio of Shoulder Agonist to Antagonist Muscles in Handball Players and Non-athletes. *Studies in Sport Medicine*. 2013;5(14):15-30.
- Bloomfield SA. Changes in musculoskeletal structure and function with prolonged bed rest. *Medicine and science in sports and exercise*. 1997;29(2):197-206.
- Ro DH, Lee J, Lee J, Park J-Y, Han H-S, Lee MC. Effects of knee osteoarthritis on hip and ankle gait mechanics. *Advances in orthopedics*. 2019;2019(1):9757369.
- Drzał-Grabiec J, Truszczyńska A, Fabjańska M, Trzaskoma Z. Changes of the body posture parameters in the standing versus relaxed sitting and corrected sitting position. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*. 2016;29(2):211-7.
- Cicolini G, Pizzi C, Palma E, Bucci M, Schioppa F, Mezzetti A, Manzoli L. Differences in blood pressure by body position (supine, Fowler's, and sitting) in hypertensive subjects. *American journal of hypertension*. 2011;24(10):1073-9.
- Woo EH, White P, Lai CW. Musculoskeletal impact of the use of various types of electronic devices on university students in Hong Kong: An evaluation by means of self-reported questionnaire. *Manual therapy*. 2016;26:47-53.
- Pereira S, Silva A, Santos R, Silva CC. Assessing Postural Control From Birth to Adulthood Among Individuals Born Preterm: A Systematic Review. *Motor Control*. 2024;1(aop):1-29.
- Hirano M, Katoh M, Gomi M, Arai S. Validity and reliability of isometric knee extension muscle strength measurements using a belt-stabilized hand-held dynamometer: a comparison with the measurement using an isokinetic dynamometer in a sitting posture. *Journal of Physical Therapy Science*. 2020;32(2):120-4.
- Moon IY, Yi CH, Park IW, Yong JH. Effects of sitting posture and bolus volume on activation of swallowing-related muscles. *Journal of Oral Rehabilitation*. 2020;47(5):577-83.
- Kendall FP, McCreary EK, Provance PG, Rodgers MM, Romani WA. *Muscles: testing and function with posture and pain*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
- Jung K-s, Jung J-h, In T-s. The effects of cross-legged sitting on the trunk and pelvic angles and gluteal pressure in people with and without low back pain. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(13):4621.
- Butte KT, Cannavan D, Hossler J, Travis C, Geiger J. The relationship between objectively measured sitting time, posture, and low back pain in sedentary employees during COVID-19. *Sport sciences for health*. 2023;19(1):259-66.
- Davidson JM, Zehr JD, Dominelli PB, Callaghan JP. Traditional versus dynamic sitting: Lumbar spine kinematics and pain during computer work and activity guided tasks. *Applied Ergonomics*. 2024;119:104310.
- Randles R, Finnegan A. Guidelines for writing a systematic review. *Nurse education today*. 2023;125:105803.
- Mozafaripour E, Rajabi R, Minoonejad H. Anatomical alignment of lower extremity in subjects with genu valgum and genu varum deformities. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal*. 2018;8(1):27-36.
- Lee K-h, Chon S-c. The relationship between the range of hip rotation and the quadriceps angle in subjects with and without flat foot. *Physical Therapy Korea*. 2018;25(4):19-26.
- hui Shin Y. Effect of Cross-legged Sitting Posture on Joint Range of Motion: Correlation with Musculoskeletal Symptoms and Facial Asymmetry. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2022;34(5):255-66.
- Lee J-H, Yoo W-G. Changes in gluteal pressure and pelvic inclination angles after continuous cross-legged sitting. *Work*. 2011;40(2):247-52.
- Bobowik PŻ, Mańka J, Jaskulski K, Kaczmarczyk K. Hip joint mobility in relation to measurement position, gender and limb dominance. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*. 2022;24(2).
- Park Y, Bae Y. Comparison of postures according to sitting time with the leg crossed. *Journal of physical therapy science*. 2014;26(11):1749-52.
- Ahn H-E, Yoon T-L. The effects of sitting in a crossed legs posture on the vertebral angle, chest wall mobility, pulmonary function, and respiratory muscle activity: a preliminary study. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2019;14(3):13-20.
- Karkousha RN, Mohamed AR, Ibrahim AH. Cross-legged sitting posture effect on lumbar proprioception in young adults: a cross-sectional study. *Bull Fac Phys Ther*. 2021;26:1-5.

23. Boukabache A, Preece SJ, Brookes N. Prolonged sitting and physical inactivity are associated with limited hip extension: a cross-sectional study. *Musculoskeletal Science and Practice*. 2021;51:102282.
24. Alam MM, Ali AM, Rafey M, Sufyaan M, Ahmad I, Zarrin S. Work-Related Risk Factors for Musculoskeletal Disorder among Nurses in Indian Hospitals. *Muscles, Ligaments & Tendons Journal (MLTJ)*. 2023;13(2).
25. Yanagisawa O, Fukutani A. Muscle recruitment pattern of the hamstring muscles in hip extension and knee flexion exercises. *Journal of human kinetics*. 2020;72(1):51-9.
26. Martín-San Agustín R, Benítez-Martínez JC, Castillo-Ballesta L, Gacto-Sánchez M, Medina-Mirapeix F. Validity, reliability, and sensitivity to change of DiCI for the strength measurement of knee and hip muscles. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*. 2020;24(4):303-11.
27. Kawama R, Takahashi K, Wakahara T. Effect of hip joint position on electromyographic activity of the individual hamstring muscles during stiff-leg deadlift. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2021;35:S38-S43.
28. Yu J-S, An D-H. Differences in lumbar and pelvic angles and gluteal pressure in different sitting postures. *Journal of physical therapy science*. 2015;27(5):1333-5.
29. Lee BJ, Cha HG, Lee WH. The effects of sitting with the right leg crossed on the trunk length and pelvic torsion of healthy individuals. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(11):3162-4.
30. Ahn S, Kim S, Kang S, Jeon H, Kim Y. Asymmetrical change in the pelvis and the spine during cross-legged sitting postures. *Journal of Mechanical Science and Technology*. 2013;27:3427-32.
31. Voorn R. Case report: can sacroiliac joint dysfunction cause chronic Achilles tendinitis? *J Orthop Sports Phys Ther*. 1998;27(6):436-43.
32. Kang S-y, Kim S-H, Ahn S-J, Kim Y-H, Jeon H-S. A comparison of pelvic, spine angle and buttock pressure in various cross-legged sitting postures. *Physical Therapy Korea*. 2012;19(1):1-9.