

Factors Influencing Pelvic Tilt: A Systematic Review

Ali Asghar Noresteh



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

Meghdad Teymouri *



Doctor of Philosophy of Faculty of Sport Sciences and Health, University of Guilan, Rasht, Iran.

Morteza Taffah



Doctor of Philosophy of Faculty of Sport Sciences and Health, University of Guilan, Rasht, Iran.

Abstract

The sagittal plane of the pelvis is a fundamental mechanism for maintaining the body's balance and the spine's alignment, which may undergo changes during the aging process and due to spinal deformities. Pelvic indices, which refer to the definition of the sagittal plane of the pelvis, are evaluated in two classifications: pelvic postural indices and pelvic anatomical indices. Pelvic tilt is one of the two variables (the other variable is sacral slope) that has been more extensively evaluated and analyzed compared to other pelvic postural indices, and it has always posed a challenge for researchers and physiotherapists in terms of how to measure it. Given the presence of contradictory information and the importance of the topic, the aim of this review article is to examine the factors influencing pelvic tilt, such as muscle performance and the positioning of various regions and limbs in the body, and intends to discuss the impact of different exercise regimens on the angle of pelvic tilt.

Methods

Access to articles was conducted using databases and search engines such as

*** Corresponding Author:** Meghdad.Teymouri@gmail.com

Google Scholar, PubMed, Science Direct, and Elsevier with keywords including Pelvic Tilt, Pelvic Review, Pelvic, Pelvic Assessment, Pelvic Evaluation, and their Persian keywords; pelvic tilt and pelvic, on the websites of the country's journal databases (MAGIRAN), the Iranian Academic Research Center (SID), and the Islamic World Science Citation Center (ISC). The time frame for the articles used ranged from 1980 to 2023. The method for selecting articles is illustrated in Figure 2. In this study, 22 English articles and 2 Persian articles were reviewed. Additionally, the studies were qualitatively assessed based on the PEDro scale, which is an 11-point scale. Given that the aim of this review article was to explore the factors influencing pelvic tilt as comprehensively as possible, no specific inclusion or exclusion criteria regarding the age of the subjects were considered, resulting in a wide statistical population that included ordinary and healthy individuals.

Findings

After reviewing and studying various articles, the research findings were categorized into two parts: the relationship between pelvic tilt and the performance of the muscles influencing, and the correlation between different exercise regimens and pelvic position (summarized in Table 1). The results of this study indicated that there is conflicting information regarding the relationship between pelvic tilt and muscle performance, as well as the effects of exercise. It has been stated that abdominal muscles, by affecting the lumbar lordosis area, can influence pelvic tilt and the degree of lumbar curvature. Although conflicting information has been reported in research, it appears that such a relationship exists, and strengthening the abdominal muscles reduces anterior pelvic tilt.

Table 1 - Articles Related to the Relationship between Various Sports Exercises and Hip Condition Based on the PICO Structure

Title and authors' names	Participants	Therapeutic intervention, diagnostic method	The experimental group	Results
Levine et al. (1997)	40 participants (32 women and 8 men with an average age of 24.5 years),	Four posterior tilt movements and three different forms of torso circling exercises, 25 repetitions per day for 8 weeks.		Exercise intervention only led to insignificant changes in pelvic tilt.
Kuszewski et al. (2018)	30 healthy individuals (9 healthy women) divided into two experimental groups with an age of (25.67 ± 4.19) and a control group with an age of (27.93 ± 7.14).	8 training sessions, 2 sessions per week, of bridge exercises in supine and prone positions, following a 10-minute warm-up on a bicycle. Participants performed 3 sets of 8 repetitions (3 seconds each) in each session with the help of resistance bands and other training equipment.	Without practice and only including 10 minutes of warm-up on a bike before the tests	A significant, negative, and moderate correlation was observed between hamstring tightness and anterior pelvic tilt.
Li et al. (1996)	39 participants (17 men and 22 women) with an average age of 22-37 years.	3 weeks of static stretching exercises (lying supine and raising one leg without bending the knee, with the other leg resting on the ground) for 15 seconds with 15 seconds of rest for 10 repetitions daily.		These stretching exercises had no effect on the pelvic and lumbar joint status in a standing position.

Cristopoliski et al. (2008)	Five elderly women (age range of 67 ± 3.8 years).	The immediate effect of stretching exercises on the maximum anterior pelvic tilt angle while walking, three stretches, each lasting 30 seconds for both the hip flexor and extensor muscle groups.		There was a decrease in maximum anterior pelvic tilt while walking.
Muyor et al. (2011)	58 female volunteers (average age of 44.23 ± 8.87 years).	The long-term effects of the stretching exercise program on pelvic tilt in a standing position, three different 20-second stretching exercises for the hamstring muscle group, 3 sessions over 12 weeks.	31 participants without performing the hamstring stretching program	No changes were observed in the pelvic tilt measured with an inclinometer in both the experimental and control groups.
López-Miñarro et al. (2011)	54 adults (age range of 29.24 ± 7.41 years).	The immediate effects of a stretching exercise session on hip tilt The exercise session consisted of three sets of four hamstring stretches for 20 seconds.		It had no effect on pelvic tilt but had a significant impact on hamstring muscles.
Kerrigan et al. (2003)	100 healthy elderly individuals aged over 65 years (47 in the treatment group and 49 in the control group).	Investigating the effects of long-term stretching programs for hip flexor muscles (stretching session; 2 sessions per week for 10 weeks) on the maximum angle of anterior pelvic tilt.	The experimental group performed 4 sets of stretching exercises for 30 seconds for each lower limb in each training session.	The reduction in anterior pelvic tilt was not statistically significant, and no changes occurred in the control group.

Watt et al. (2011 a)	82 healthy elderly individuals over 65 years were divided into two experimental groups (43 individuals) and a control group (39 individuals).	Two 10-week stretching programs were conducted for the hip flexor muscles and shoulder abductor muscles. Both groups performed an 8-minute daily stretching program (2 sets of 60-second stretching alternately for the right and left limbs, twice a day; morning and evening).	The control group underwent a 10-week shoulder abductor stretching program.	The measurement of anterior pelvic tilt while walking at an average speed of approximately 1.28 m/s showed a significant reduction in both the treatment and control groups; however, walking at an average speed of 1.13 m/s did not show any significant reduction.
Watt et al. (2011 b)	74 elderly individuals over 65 years old were divided into two groups: experimental (33 individuals) and control (41 individuals).	Two 10-week stretching programs were conducted for the hip flexor muscles and shoulder abductor muscles. Both groups performed an 8-minute daily program of groin stretches (2 sets of 60-second stretches alternately for the right and left limbs, twice a day; morning and evening).	The control group underwent a 10-week shoulder abductor stretching program.	The walking speed and step length in the control group increased significantly, but there were no significant changes in maximum hip abduction and anterior pelvic tilt during walking.
Cottingham et. (1998)	23 healthy elderly men and women (aged 62 to 83 years).	Effects of 45 minutes of massage (Rolfing method) focused on the pelvis	The control group received no massage.	A significant reduction (from 12.3 degrees to 10.6 degrees) in anterior pelvic tilt of the hip was observed in the experimental group.
DiBenedetto et	20 patients with spinal	Effects of a long-term yoga		No significant reduction was

al. (2005)	pain had an average age of 20 years in both experimental and control groups.	program (Iyengar Hatha) on pelvic tilt during walking Two 90-minute yoga classes each week for 8 weeks and 20 minutes of home yoga practice every other day		found in the maximum angle of anterior pelvic tilt of the hip.
Seo D et al. (2013)	67 young women who were not athletes (aged 19 to 25 years) included 20 individuals in the experimental group.	6 weeks (3 sessions per week, each lasting 40 minutes) with flexibility, balance, and strength exercises, all utilizing bands and ropes	The control group did not engage in any exercise program	This exercise protocol had no significant impact on pelvic tilt.
Manshour et al. (2015)	32 healthy individuals (aged 21 to 35 years) were also divided into equal treatment and control groups.	Effects of a long-term backstroke swimming program on pelvic tilt 2 sessions of 200 meters swimming with a 5-minute rest in the first and second weeks, increasing to five 200-meter swims in the seventh and eighth weeks (three times a week)	- The control group did not engage in any exercise program	There was a reduction in the angle of anterior pelvic tilt of the hip, but it was not statistically significant.

Discussion and Conclusion

Since the aim of this review research was to examine factors such as muscular performance and the effects of various exercises on pelvic tilt, it appears that due to the contradictory results in these topics, reaching a definitive conclusion in this regard remains quite challenging and should be the focus of future research and studies with high-quality qualitative value. The results of this study indicated that the positions and methods of measuring pelvic tilt (in standing, lying, or moving positions) can have a very significant impact on the outcomes of studies and the significance or lack of effectiveness of different training programs (stretching, strengthening, or other exercises) on the angle of pelvic tilt at the hip, and researchers should avoid measuring and observing the angle of pelvic tilt in a standing position. Although there seem to be contradictory results regarding the effects of exercises such as yoga, swimming, flexibility, balance, and strength on pelvic tilt, the findings clarified that strengthening the abdominal muscles leads to a reduction in pelvic tilt, and for individuals with natural hamstring muscle strength, there is no necessity for a correlation between changes in this muscle group and pelvic tilt.

Keywords: Exercises, Anterior and posterior pelvic tilt, Positional pelvic parameters, Pelvic muscles.

عوامل موثر بر تیلت لگن خاصره: یک مرور نظام‌مند

 علی اصغر نورسته 

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

 مقداد تیموری *

دکتری تربیت بدنی و علوم ورزشی - آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

 مرتضی تفاح 

دکتری تربیت بدنی و علوم ورزشی - آسیب‌شناسی ورزشی و حرکات اصلاحی، دانشکده تربیت بدنی و علوم ورزشی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

زمینه و هدف

راستای ساجیتال لگن (The sagittal alignment of the pelvis)، سازوکار اساسی برای حفظ وضعیت تعادل بدن و ستون فقرات است که در فرایندهای افزایش سن و تغییر شکل‌های ستون فقرات ممکن است دچار تغییرات شود. شاخص‌های لگن که همان تعریف راستای ساجیتال لگن است، در دو طبقه‌بندی ارزیابی شده است: شاخص‌های وضعیتی لگن (Positional pelvic parameters) و شاخص‌های آناتومیکی لگن (۱). تیلت لگن یکی از دو متغیری است (متغیر دیگر شیب خاجی است) که در مقایسه با دیگر شاخص‌های وضعیتی لگن بیشتر ارزیابی و تجزیه و تحلیل شده و همیشه یکی از چالش‌های محققان و فیزیوتراپیست‌ها در چگونگی اندازه‌گیری بوده است (۲). با توجه به وجود اطلاعات ضد و نقیض و اهمیت موضوع، هدف از این مقاله مروری، بررسی عوامل مؤثر همچون عملکرد عضلات، موقعیت قرارگیری نواحی و اندام‌های مختلف بدن بر تیلت لگن

است و در نظر دارد تأثیر تمرینات مختلف ورزشی را بر زاویه تیلت لگن مورد بحث قرار دهد.

روش پژوهش

دسترسی به مقالات با استفاده از بانک‌های اطلاعاتی و موتورهای جست‌وجو مانند PubMed، Google Scholar، Science Direct و Elsevier با کلیدواژه‌های Pelvic Tilt، Pelvic Evaluation، Pelvic Assessment، Pelvic Review، Pelvic، فارسی؛ تیلت لگن و لگن خاصره در سایت‌های پایگاه مجلات کشور (MAGIRAN)، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID) و پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC) صورت گرفت. بازه زمانی مقالات مورد استفاده از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۳ میلادی بود. روش انتخاب مقالات در شکل ۲ مشخص شده است. در این تحقیق ۲۲ مقاله لاتین و ۲ مقاله فارسی بررسی شد. همچنین پژوهش‌ها بر اساس مقیاس PEDro که یک مقیاس ۱۱ امتیازی است، از لحاظ کیفی ارزیابی شدند. با توجه به اینکه هدف این مقاله مروری این بود که عوامل تأثیرگذار بر تیلت لگن خاصره را تا حد ممکن بررسی کند، بنابراین هیچ گونه معیار ورود و خروج خاصی در خصوص سن آزمودنی‌ها در نظر گرفته نشد، بنابراین جامعه آماری پژوهش بسیار گسترده و شامل افراد عادی و سالم بود.

یافته‌ها

پس از بررسی و مطالعه مقالات متعدد، نتایج تحقیق در دو قسمت رابطه تیلت لگن با عملکرد عضلات مؤثر بر آن و ارتباط تمرینات مختلف ورزشی و وضعیت لگن (به اختصار در جدول ۱) طبقه‌بندی شد. نتایج این تحقیق مشخص کرد که در مورد ارتباط میان تیلت لگنی و عملکرد عضلات و تأثیرات تمرینات ورزشی اطلاعات ضد و نقیضی وجود دارد. بیان شده است که عضلات شکمی با تأثیر بر ناحیه لومبار لوردوسیس می‌تواند بر تیلت لگن و بر میزان قوس کمری تأثیرگذار باشد (۳). اگرچه اطلاعات ضد و نقیضی در تحقیقات گزارش شده است، اما به نظر می‌رسد چنین ارتباطی وجود دارد (۴، ۵، ۶) و با تقویت عضلات شکمی، تیلت قدامی لگن کاهش می‌یابد (۴).

جدول ۱. مقالات مربوط به ارتباط تمرینات مختلف ورزشی و وضعیت لگن بر اساس ساختار PICO

عنوان و نام نویسندگان	شرکت کنندگان یا جمعیت مورد بررسی	مداخله درمانی، مواجهه یا روش تشخیصی	گروه مقایسه:	پیامد
لوین و همکاران (۱۹۹۷)	۴۰ آزمودنی (۳۲ زن و ۸ مرد با میانگین سنی ۲۴/۵ سال)،	چهار حرکت تیلت خلفی و سه شکل مختلف از تمرین حلقه کردن تنه ۲۵ بار در روز به مدت هشت هفته	-	مداخله تمرینی فقط به تغییرات غیرمعناداری در تیلت لگن خاصره منجر شد
کوزوسکی و همکاران (۲۰۱۸)	۳۰ فرد سالم (۹ زن سالم) به دو گروه تجربی با سن $4/19 \pm 25/67$ سال و کنترل با سن $7/14 \pm 27/93$ سال تقسیم شدند.	هشت جلسه تمرین دو جلسه تمرین در هفته تمرینات بریج در حالت سوپاین و پرون، پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن با دوچرخه بود که آزمودنی‌ها با کمک کش‌های معلق و دیگر وسایل تمرینی در هر جلسه سه ست هشت تکرار (سه ثانیه‌ای) انجام دادند.	بدون تمرین و تنها شامل ۱۰ دقیقه گرم کردن با دوچرخه پیش از آزمون‌ها	ارتباط معنادار، منفی و متوسط بین سفتی همسترینگ و تیلت قدامی لگن مشاهده شد.
لی و همکاران (۱۹۹۶)	۳۹ آزمودنی (۱۷ مرد و ۲۲ زن) با میانگین سنی ۳۷-۲۲ سال	سه هفته تمرینات کششی استاتیک (دراز کشیده به حالت سوپاین و بالا آوردن یک پا بدون خمیدگی زانو و استراحت پای دیگر روی زمین) به مدت ۱۵ ثانیه با ۱۵ ثانیه استراحت ۱۰ بار در روز	-	این تمرینات کششی هیچ‌گونه تأثیری در وضعیت لگن و مفصل کمری در حالت ایستاده ندارد.

۱۰۰ | دو فصلنامه مطالعات مروری علوم ورزشی و تندرستی / سال اول / شماره اول / پاییز و زمستان ۱۴۰۴

کریستوپولیسکی و همکاران (۲۰۰۸)	پنج زن سالمند (دامنه سنی $67 \pm 3/8$ سال)	تأثیر فوری تمرینات کششی بر حداکثر زاویه تیلت قدامی لگن خاصره هنگام راه رفتن سه کشش، هر کشش ۳۰ ثانیه برای هر دو گروه عضلات خم کننده و بازکننده مفصل ران	-	سبب کاهش زاویه بیشینه تیلت قدامی لگن خاصره هنگام راه رفتن شد.
مویبر و همکاران (۲۰۱۲)	۵۸ داوطلب زن (میانگین سنی $44/23 \pm 8/87$ سال)	تأثیرات طولانی مدت برنامه تمرینات کششی بر تیلت لگن خاصره حالت ایستاده سه تمرین کششی ۲۰ ثانیه ای مختلف برای گروه عضلات همسترینگ)، ۳ جلسه در ۱۲ هفته	۳۱ نفر بدون انجام برنامه کششی همسترینگ	هیچ گونه تغییری در شیب لگن خاصره اندازه گیری شده با اینکلینومتر در گروه تجربی و کنترل مشاهده نشد.
لوپز مینارو و همکاران (۲۰۱۲)	۵۴ فرد بزرگسال (دامنه سنی $29/24 \pm 7/41$ سال)	تأثیرات فوری یک وهله تمرین کششی بر تیلت لگن خاصره جلسه تمرینی شامل سه ست متشکل از چهار کشش عضلات همسترینگ به مدت ۲۰ ثانیه	-	هیچ گونه تأثیری بر تیلت لگن خاصره نداشت، اما در طول عضلات همسترینگ تأثیر معناداری داشت.
کریگان و همکاران (۲۰۰۳)	۱۰۰ سالمند سالم بالای ۶۵ سال (۴۷ نفر گروه درمان و ۴۹ نفر گروه کنترل)	بررسی تأثیرات برنامه های طولانی مدت کششی عضلات خم کننده مفصل ران (جلسه تمرین کششی؛ دو جلسه در هفته به مدت ۱۰ هفته) بر روی حداکثر زاویه تیلت قدامی لگن خاصره	گروه تجربی در هر جلسه تمرینی چهار ست برنامه کششی را به مدت ۳۰ ثانیه برای هر کدام از اندام تحتانی انجام دادند	کاهش تیلت قدامی لگن از نظر آماری معنادار نبود و در گروه کنترل تغییری صورت نگرفت.

وات و همکاران (۲۰۱۱ a)	۸۲ سالمند سالم بالای ۶۵ سال به دو گروه تجربی (۴۳ نفر) و کنترل (۳۹ نفر)	دو برنامه ۱۰ هفته‌ای تمرینات کششی برای عضلات فلکسور ران و عضلات آبداکتور شانه را انجام دادند. هر دو گروه پیش و پس از هشت دقیقه برنامه کششی روزانه (دو ست کشش ۶۰ ثانیه‌ای به صورت متناوب برای اندام راست و چپ دو بار در روز؛ صبح و عصر).	۱۰ هفته برنامه کششی آبداکتور شانه گروه کنترل انجام دادند.	اندازه‌گیری تیلت قدامی لگن در حین راه رفتن با میانگین سرعتی حدوداً ۱/۲۸ m/s در گروه درمان و کنترل کاهش معناداری داشت، اما در راه رفتن با میانگین ۱/۱۳ m/s هیچ کاهش معناداری نداشت.
وات و همکاران (۲۰۱۱ b)	۷۴ سالمند نزار بالای ۶۵ سال به دو گروه تجربی (۳۳ نفر) و کنترل (۴۱ نفر)	دو برنامه ۱۰ هفته‌ای تمرینات کششی برای عضلات فلکسور ران و عضلات آبداکتور شانه را انجام دادند. هر دو گروه پیش و پس از هشت دقیقه برنامه کششی باز کردن ران روزانه (دو ست کشش ۶۰ ثانیه‌ای به صورت متناوب برای اندام راست و چپ دو بار در روز؛ صبح و عصر).	۱۰ هفته برنامه کششی آبداکتور شانه گروه کنترل انجام دادند.	سرعت راه رفتن و طول گام‌ها در گروه کنترل افزایش معناداری داشت، ولی در حداکثر باز شدن ران و تیلت قدامی لگن در راه رفتن تغییر معناداری رخ نداد.
کاتینگهام و همکاران (۱۹۸۸)	۳۲ فرد سالم (۳۵ - ۲۱ ساله) به دو گروه مساوی درمان و کنترل	تأثیر ۴۵ دقیقه ماساژ (روش رولفینگ) متمرکز بر لگن خاصره	گروه کنترل هیچ‌گونه ماساژی دریافت نکردند	کاهش معنادار (از ۱۲/۳ تا ۱۰/۶ درجه) تیلت قدامی لگن خاصره در گروه تجربی
دی بندتو و همکاران (۲۰۰۵)	۲۳ زن و مرد مسن سالم	تأثیرات یک برنامه طولانی مدت یوگا		هیچ‌گونه کاهش معناداری در حداکثر زاویه تیلت

۱۰۲ | دو فصلنامه مطالعات مروری علوم ورزشی و تندرستی / سال اول / شماره اول / پاییز و زمستان ۱۴۰۴

	(۶۲-۸۳ ساله)	(Iyengar Hatha) بر روی تیلت لگن خاصره در حین راه رفتن دو کلاس ۹۰ دقیقه‌ای یوگا در هر هفته به مدت هشت هفته و ۲۰ دقیقه تمرین یوگا در خانه در روزهای یک در میان	قدامی لگن خاصره حاصل نشد.
سیو دانگیول و همکاران (۲۰۱۳)	۲۰ بیمار دارای درد ستون فقرات با میانگین سنی ۲۰ سال در دو گروه تجربی و کنترل	شش هفته (سه جلسه در هفته هر جلسه ۴۰ دقیقه) با تمرینات انعطاف‌پذیری، تعادلی و قدرتی همگی با استفاده از کش و طناب.	گروه کنترل هیچ برنامه ورزشی انجام ندادند.
منشوری و خورزوقی (۲۰۱۵)	۶۷ زن جوان و غیرورزشکار (۱۹ - ۲۵ ساله) ۲۰ نفر گروه تجربی	تأثیر برنامه طولانی‌مدت شنای کراپ پشت بر تیلت لگن خاصره. ۲ مرتبه شنای ۲۰۰ متر با پنج دقیقه استراحت در هفته‌های اول و دوم و پنج بار شنای ۲۰۰ متر در هفته‌های هفتم و هشتم (سه بار در هفته)	گروه کنترل هیچ برنامه ورزشی انجام ندادند.
			سبب کاهش زاویه تیلت قدامی لگن خاصره شد، ولی از نظر آماری نبود.

بحث و نتیجه‌گیری

از آنجایی که هدف از این تحقیق مروری، بررسی عواملی همچون عملکرد عضلانی و اثر تمرینات مختلف بر تیلت لگن بود، به‌نظر می‌رسد به‌علت نتایج ضد و نقیض در این موضوعات، همچنان نتیجه‌گیری قطعی در این خصوص بسیار سخت و دشوار است و باید مورد توجه تحقیقات آینده و مطالعاتی با ارزش کیفی خوب و عالی قرار گیرد. نتایج این تحقیق نشان داد که حالت‌ها و روش‌های اندازه‌گیری تیلت لگن (در وضعیت‌های ایستاده، خوابیده یا در حال حرکت) می‌تواند تأثیر بسیار مهمی در نتایج مطالعات و معناداری یا عدم تأثیرگذاری برنامه‌های تمرینی مختلف (کششی، تقویتی، یا ورزش‌های دیگر) بر زاویه تیلت لگن خاصره داشته باشد و محققان باید از اندازه‌گیری و مشاهده زاویه تیلت لگن در حالت ایستاده پرهیزند. اگرچه به‌نظر می‌رسد نتایج ضد و نقیضی در خصوص تأثیرات تمرینات ورزشی مانند یوگا، شنا، انعطاف‌پذیری، تعادلی و قدرتی بر تیلت لگن وجود دارد، نتایج مشخص کرد که تقویت عضلات ناحیه شکمی موجب کاهش تیلت لگنی می‌شود و در افرادی که دارای قدرت عضلات همسترینگ طبیعی‌اند، هیچ الزامی وجود ندارد که ارتباطی بین تغییرات در طول این گروه عضلانی با تیلت لگن وجود داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: تمرینات ورزشی، تیلت قدامی و خلفی لگن، شاخص‌های وضعیتی لگن، عضلات لگنی.

مقدمه

راستای ساجیتال لگن^۱، سازوکار اساسی برای حفظ وضعیت تعادل بدن و ستون فقرات است که در فرایندهای افزایش سن و تغییر شکل‌های ستون فقرات ممکن است دچار تغییرات شود. شاخص‌های لگن که همان تعریف راستای ساجیتال لگن است، در دو طبقه‌بندی ارزیابی شده است: شاخص‌های وضعیتی لگن^۲ و شاخص‌های آناتومیکی لگن. به‌دلیل اینکه تقریباً غیرممکن است تا یک موقعیت و جهت دقیق استاندارد برای مقایسه شاخص‌های وضعیتی برای هر فرد در نظر گرفته شود، محققان پس از اندازه‌گیری این

-
1. The sagittal alignment of the pelvis
 2. Positional pelvic parameters

شاخص‌ها، شاخص‌های آناتومیکی را تعیین می‌کنند تا از آنها در جوامع و مطالعات علمی استفاده شود (۶۷).

تیلت لگن یکی از دو متغیری است (متغیر دیگر شیب خاجی است) که در مقایسه با دیگر شاخص‌های وضعیتی لگن بیشتر ارزیابی و تجزیه و تحلیل شده و همیشه یکی از چالش‌های محققان و فیزیوتراپیست‌ها در چگونگی اندازه‌گیری بوده است (۶۲). بیان شده است که در تعیین و اندازه‌گیری میزان تیلت لگن استفاده از گونیامتر (۷)، کالپر (۱، ۳۹)، استرو رادیوگرافی دیجیتال (۲۳، ۲۷) اسکن ام آر آی (۴۷) و تحلیل حرکت سه‌بعدی با استفاده از روش‌های دیجیتال (۴۵، ۴۹) رایج و معمول است، اگرچه محققان و پژوهشگران از روش رادیوگرافی (۳، ۴، ۵، ۴۱، ۶۶، ۶۷، ۶۸، ۷۴) و اینکلینومتر (۲۱، ۲۳، ۲۶، ۳۵، ۶۹، ۷۵، ۷۶) نیز به عنوان دو ابزار رایج و استاندارد جهت تعیین روایی دیگر روش‌ها (۵۴) به طور وسیع استفاده می‌کنند. بیان شده است که تعریف تیلت لگن خاصره در تحقیقات صورت گرفته با روش اینکلینومتر شامل زاویه بین خط افق و خطی که از خار خاصره‌ای قدامی فوقانی به خار خاصره‌ای خلفی فوقانی وصل می‌شود و در پژوهش‌های انجام گرفته با روش رادیوگرافی این تعریف شامل زاویه بین خط متصل‌کننده محور مفصل ران به مرکز صفحه انتهایی اولین مهره خاجی با خط عمودی مرجع محاسبه می‌شود (۶۷).

حرکات لگن خاصره از طریق انقباض عضلاتی صورت می‌گیرد که علاوه بر چسبندگی به آن قسمت، برخی به ستون فقرات و برخی به مفصل ران نیز متصل می‌شوند. بیان شده است که در عارضه تیلت قدامی لگن؛ عضلات راست‌کننده ستون فقرات، پسواس میجر، راست رانی، ایلیاکوس، تنسور فاشیا لیتا و سارتوریوس دچار کوتاهی و عضلات راست شکمی، گلوتوس ماکزیموس و همسترینگ دچار کشیدگی و در عارضه تیلت خلفی لگن، عضلات شکمی (قسمت پایین)، گلوتوس ماکزیموس و همسترینگ دچار کوتاهی و عضلات بازکننده ستون فقرات، پسواس، ایلیاکوس و راست رانی دچار کشیدگی می‌شوند (۷۱). شکل لگن در حدود ۱۰ سالگی استوار و باثبات شده و در نوجوانی و بزرگسالی دائمی می‌شود، مگر اینکه فرایندهای پاتولوژی رخ داده و آن را تغییر دهد (۶۴). میزان تیلت لگن (قدامی) همراه با افزایش سن و افزایش شاخص توده بدنی در

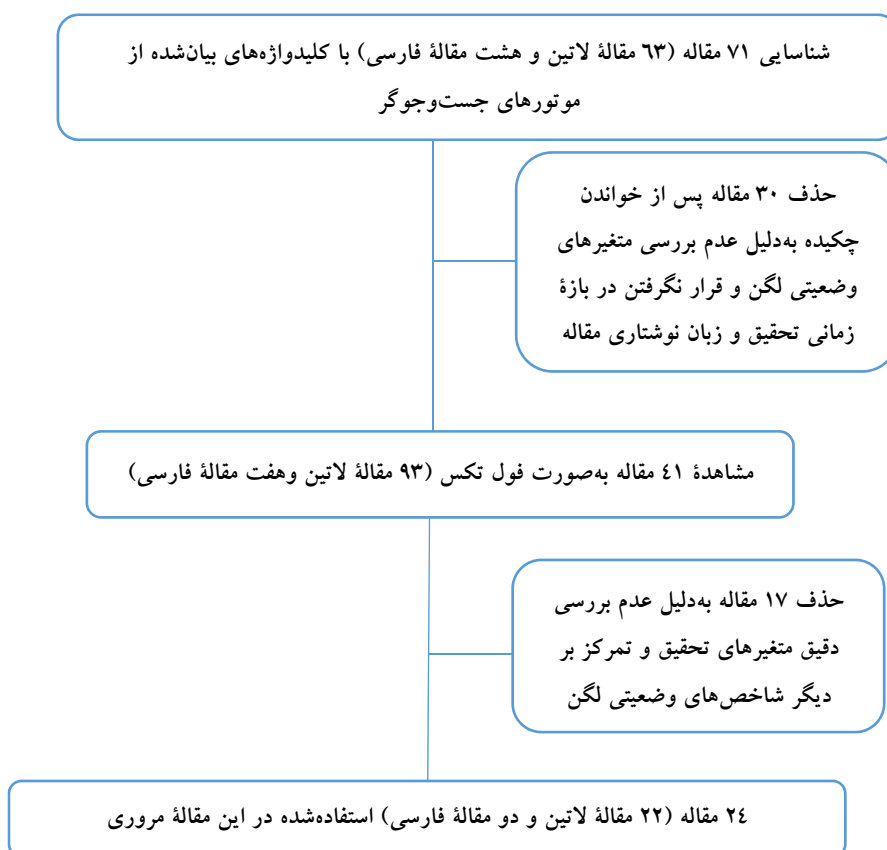
میان آزمودنی‌های زن ۲۰ تا ۲۶ ساله، کاهش می‌یابد و رابطه موجود بین سن و تیلت قدامی لگن بیشتر از رابطه با شاخص توده بدنی بود (۳۶). اگرچه یوداس (۱۹۹۶) رابطه‌ای بین تیلت لگن و شاخص توده بدنی در میان ۹۰ فرد سالم (۴۵ مرد و ۴۵ زن) ۴۰-۶۹ ساله مشاهده نکرد (۷۵)، ولی در سال ۲۰۰۰ گزارش کرد که تیلت لگن در زنان دارای کمردرد (۳۰ زن با دامنه سنی $54/9 \pm 8/5$ سال و شاخص توده بدنی $28/9 \pm 5/7$) با افزایش شاخص توده بدنی و سن، افزایش می‌یابد (۷۶). در مورد عواملی همچون سن و جنس برخی بیان کردند که این زاویه با افزایش سن زیاد می‌شود (۵۸)، درحالی‌که نتایج تحقیقات دیگر با آن متناقض بود (۵۴، ۷۰). همچنین یوداس و همکاران (۱۹۹۶) بیان کردند که زاویه تیلت لگن در زنان بیشتر از مردان است (۷۵)، درحالی‌که مطالعات دیگر این زاویه را در مردان بیشتر از زنان گزارش دادند (۴۱، ۵۴، ۷۰)، از این رو به دلیل اهمیت تیلت لگن در میان شاخص‌های وضعیتی لگن و وجود اطلاعات ضد و نقیض در این مورد، در این تحقیق علاوه بر جمع‌آوری مطالعات و پژوهش‌های صورت گرفته، ارتباط تیلت لگن با عملکرد عضلات وابسته و روش‌های مختلف تمرینی جهت اصلاح تیلت لگن بررسی می‌شود.

روش تحقیق

دسترسی به مقالات با استفاده از بانک‌های اطلاعاتی و موتورهای جست‌وجو مانند PubMed، Google Scholar، Science Direct و Elsevier با کلیدواژه‌های Pelvic Tilt، Pelvic Evaluation، Pelvic Assessment، Pelvic Review، Pelvic، فارسی؛ تیلت لگن و لگن خاصره در سایت‌های پایگاه مجلات کشور (MAGIRAN)، پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی (SID) و پایگاه استنادی علوم جهان اسلام (ISC) صورت گرفت. بازه زمانی مقالات مورد استفاده از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۳ میلادی بود. روش انتخاب مقالات در شکل ۲ مشخص شده است. در این تحقیق ۲۲ مقاله لاتین و ۲ مقاله فارسی بررسی شد. مقالات با زبان فارسی و انگلیسی استفاده شد. مطالعات همایش‌ها، سمینارها، مطالعات مروری و نامه به سردبیر وارد مطالعه نشدند. با توجه به اینکه هدف این مقاله مروری این بود که عوامل تأثیرگذار بر تیلت لگن خاصره را تا حد ممکن بررسی

کند، بنابراین هیچ گونه معیار ورود و خروج خاصی در خصوص سن آزمودنی‌ها در نظر گرفته نشد، بنابراین جامعه آماری پژوهش بسیار گسترده و شامل افراد عادی و سالم، بیماران بدون سابقه جراحی و با سابقه جراحی، دانشجویان و ورزشکاران بود که زاویه تیلت لگن آنها با روش‌های متفاوت ارزیابی شده بود. همچنین پژوهش‌ها بر اساس مقیاس PEDro که یک مقیاس ۱۱ امتیازی است، از لحاظ کیفی ارزیابی شدند. بر اساس مقیاس PEDro مطالعات با امتیاز صفر تا ۳ مطالعات با کیفیت ضعیف، مطالعات با امتیاز ۴ تا ۵ مطالعات با کیفیت متوسط، مطالعات با امتیاز ۶ تا ۸ مطالعات با کیفیت خوب و مطالعات با امتیاز ۹ تا ۱۰ مطالعات با کیفیت عالی هستند.

شکل ۲. روش انتخاب و حذف مقالات تحقیق



نتایج تحقیق

پس از بررسی و مطالعه مقالات متعدد، نتایج تحقیق در دو قسمت رابطه تیلت لگن با عملکرد عضلات مؤثر بر آن (به اختصار در جدول ۱) و ارتباط تمرینات مختلف ورزشی و وضعیت لگن (به اختصار در جدول ۲) طبقه بندی شد که در ذیل به طور کامل شرح داده می شود. همچنین بر اساس ارزیابی انجام گرفته درباره کیفیت مطالعات مداخله گر با استفاده از مقیاس PEDro (جدول ۳)، چهار مطالعه از کیفیت ضعیف (۰-۳)، چهار مطالعه از کیفیت متوسط (۴-۵) و پنج مطالعه از کیفیت خوب (۶-۸) برخوردار بودند. هیچ یک از این مطالعات از کیفیت عالی (۹-۱۰) برخوردار نبودند.^(۷۷)

رابطه تیلت لگن با عملکرد عضلات

اشاره شده است ضعف یا کوتاهی عضلانی به افزایش تیلت قدامی و خلفی لگن در وضعیت ایستادن طبیعی منجر خواهد شد. در این مدل، سفتی عضلات بازکننده ستون فقرات یا خم کننده عضلات رانی و / یا شکمی و / یا سרینی بزرگ به افزایش تیلت قدامی لگن منجر خواهد شد (۵۲). کندال و مک کریری بیان کردند عضلات ناحیه ابدومینال با کشیدن بالایی قسمت قدامی لگن، می تواند اثر عمده ای بر ناحیه لومبار لوردوسیس و زاویه شیب لگنی داشته باشد. همچنین آنها بیان کردند که در وضعیت ایستاده و قائم، ضعف عضله رکتوس ابدومینیس موجب تیلت قدامی لگن و افزایش قوس کمری می شود (۳۰). چوی و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند چنانچه افراد از تمرین بریج مکمل تمرینی به مدت پنج ثانیه (انقباض ایزومتریک عضلات ابداکشن ران با کمک کش های تراباند و انقباض عضلات گلئوتئوس ماکزیموس، همسترینگ، و ارکتور اسپینا و تقویت عضلات ابدومینال) در مقایسه با تمرین بریج ساده (با همان زمان پنج ثانیه) بهره مند شوند، می توانند علاوه بر تقویت بیشتر عضلات، زاویه تیلت قدامی لگن (اندازه گیری شده در حالت بریج) خود را نیز بیشتر کاهش دهند (۱۱). اگرچه تحقیقات نشان دادند که تقویت عضلات ابدومینال همیشه نمی تواند موجب تغییر در زاویه تیلت لگنی شوند (۴۳) و مطالعاتی نیز نشان دادند هیچ رابطه ای بین تیلت قدامی لگن و قوس کمری با عملکرد عضلات ابدومینال وجود

ندارد (۶۹). در مقابل یوداس و همکاران (۱۹۹۶) بیان کردند که زاویه تیلت لگن تنها با عملکرد عضلات ابدومینال ۹۰ فرد سالم ۴۰-۶۹ ساله ارتباط دارد و با متغیرهای دیگری همچون میزان لوردوسیس کمری (اندازه گیری شده توسط خط کش منعطف) در حالت ایستاده ($11 \pm 37/5$ و $15/3 \pm 52/7$ درجه به ترتیب در مردان و زنان)، میزان دامنه حرکتی عضلات بازکننده کمری، میزان خم شدن عضلات ناحیه کمری در حالت نشسته و طول عضلات یک مفصله خم کننده ران ارتباط ندارد (۷۵). اگرچه یوداس و همکاران (۲۰۰۰) در پژوهشی دیگر، که به مقایسه زاویه شیب لگن خاصره^۱ (اندازه گیری شده توسط اینکلینو متر) در بین افراد دارای کمردرد در ۳۰ مرد و ۳۰ زن پرداختند، نتیجه گیری کردند که در افراد دارای کمردرد بین متغیرهای میزان شیب لگنی و لومبار لوردوسیس در حالت ایستاده با نیروی تولیدی عضلات ابدومینال هیچ ارتباطی وجود ندارد. در این تحقیق میزان نیروی عضلات ناحیه شکمی مردان و زنان همچون مطالعه گذشته توسط آزمون پایین آوردن پا (طراحی شده توسط کندال) اندازه گیری و به ترتیب برابر $6/6 \pm 53/9$ و $8/4 \pm 60/7$ درجه بیان شد (۷۶).

به علت مکان چسبندگی عضلات همسترینگ در برجستگی ایسکیال^۲ و اتصال قسمت پروگزیمال تاندون بایسپس فموریس به لیگامنت ساکروتوبروس، استیفس همسترینگ ممکن است موجب کاهش دامنه حرکتی تیلت قدامی لگن شود (۱۵). همچنین بیان شده است انعطاف پذیری کم این گروه عضلانی ممکن است موجب محدودیت در چرخش قدامی لگن و دامنه خم شدن جلویی ستون فقرات شود، مگر اینکه به وسیله افزایش در خم شدن ناحیه کمری جبران شود و در نتیجه این افزایش جبرانی در ناحیه کمری در حرکات پایه تکراری موجب کمردرد شود (۱۳). بر اساس همین مفاهیم بیومکانیکی، اشاره شده است که رابطه ای بین طول عضله همسترینگ و دامنه تیلت لگن وجود دارد (۳۱، ۴۹). کونا و بابیک (۲۰۲۳) در مطالعه مروری خود نتیجه گیری کردند این نوع تمرینات روش مؤثری برای کنترل بهتر تیلت لگن است و موجب اعمال نیرو و طول بهینه عضلات گروه

1. Pelvic inclination
2. ischial tuberosities

همسترینگ و متعاقباً کاهش خطر آسیب این ناحیه می‌شود (۳۷). کوزوسکی و همکاران (۲۰۱۸) نیز رابطه معنادار منفی را گزارش و بیان کردند تمرینات تقویتی در افرادی که دارای سفتی همسترینگ^۱ هستند، علاوه بر کاهش این سفتی موجب افزایش تیلت لگن قدامی می‌شود. نتایج این تحقیق نشان داد که تیلت لگن افراد گروه تجربی در حالت ایستاده، قبل از اجرای تمرین ($۱۳/۵۳ \pm ۶/۲۲$ درجه) پس از هفته اول ($۱۵/۸۷ \pm ۶/۰۲$ درجه) و هفته دوم تمرینات ($۱۸/۶۰ \pm ۴/۶۱$ درجه) افزایش معناداری داشت. درحالی‌که زاویه تیلت لگن گروه کنترل در حالت ایستاده تفاوت معناداری نداشت ($۱۴ \pm ۴/۵۲$ درجه) (۳۸). در مقابل، نوریس و ماتیوس (۲۰۰۶) بیان کردند که هیچ رابطه معناداری بین طول عضله همسترینگ اندازه‌گیری شده با گونیامتر به وسیله خود-آزمون باز شدن زانوی فعال ($۱۴۶/۵ \pm ۹$ درجه) با دامنه حرکتی تیلت لگن اندازه‌گیری شده با گونیامتر حبابی در آزمون خم شدن به جلو ($۱۵/۵۰ \pm ۶/۹$ درجه) در میان ۲۱ دانشجوی ورزشکار داوطلب سالم وجود نداشت (۵۳). فازبو و همکاران (۲۰۱۷) نیز گزارش کردند اگرچه میزان تیلت لگن (اندازه‌گیری شده با اینکلینومتر دیجیتال) با افزایش طول همسترینگ (اندازه‌گیری شده با گونیامتر به وسیله خود-آزمون باز شدن زانوی فعال) در میان هر دو گروه آزمودنی‌های این مطالعه کاهش می‌یابد (رابطه منفی)، ولی این رابطه از نظر آماری معناداری نبود (۱۹). حاجی مقصودی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیقی به بررسی ارتباط میزان تیلت لگن با عملکرد و طول عضلات در میان ۱۸۰ زن سالم پرداختند. آنها نتیجه‌گیری کردند که تغییرات طول و عملکرد عضلات ناحیه لومبولویک و چسبندگی آنها به لگن نمی‌تواند تأثیری بر تیلت لگن خاصره داشته باشد. محققان بیان کردند هرچند انتظار می‌رود با توجه به چسبندگی عضلات همسترینگ به برجستگی ایسکیال، سفتی این گروه عضلانی موجب تیلت خلفی لگن و کاهش قوس کمری شود، اما نتایج نشان داد هیچ رابطه‌ای بین سفتی همسترینگ و تیلت لگن وجود نداشت (۲۵). کرول و همکاران (۲۰۱۷) نیز نتیجه‌گیری کردند، هیچ ارتباط معناداری بین طول عضله همسترینگ و تیلت قدامی لگن وجود نداشت

(۳۶).

در خصوص رابطه تیلت لگن با افزایش باز شدن مفصل ران نیز اطلاعات ضد و نقیضی وجود دارد. یوداس و همکاران (۱۹۹۶) گزارش داده‌اند که هیچ گونه رابطه‌ای در بین زاویه تیلت لگن خاصره در حالت ایستاده با حداکثر زاویه باز شدن مفصل ران وجود ندارد (۷۵). همچنین هینو و همکاران (۱۹۹۰) که از آزمون اصلاح شده توماس استفاده کردند، گزارش داده‌اند که هیچ رابطه‌ای در بین زاویه تیلت لگن خاصره در حالت ایستاده (اندازه گیری شده با اینکلینومتر) و حداکثر زاویه باز شدن مفصل ران وجود ندارد (۲۶). تاپنبرگ و همکاران (۱۹۸۵) نیز در تحقیق خود روی ۱۰۳ دانش آموز دختر سالم ورزشکار ۱۲/۵ تا ۱۶ ساله که همگی در برنامه‌های منظم ورزشی شرکت داشتند، نتیجه گیری کردند که تیلت لگن آزمودنی‌ها (اندازه گیری شده با اینکلینومتر) با طول عضلات گلوتئال، ایلوپوزواس، رکتوس فموریس آنها هیچ گونه ارتباط معناداری ندارد (۶۳)، درحالی که در تحقیقات دیگر بیان شده است سفتی عضلات فلکسور (ایلوپوزواس، تنسور فاشیا لاتا، رکتوس فموریس) و کپسول مفصلی ران و لیگامنت‌های قدامی مفصل در دونده‌ها ممکن است موجب کاهش انعطاف پذیری باز شدن ران شود و محدودیت در انعطاف پذیری باز شدن ران یکی از دلایل افزایش تیلت لگن قدامی و لوردوسیس کمری در حین دویدن است (۲۲، ۲۹، ۳۴، ۵۷).

ارتباط تمرینات مختلف ورزشی و وضعیت لگن

در سال‌های گذشته روش‌ها و برنامه‌های تمرینی مختلفی همچون تمرینات کششی، تقویتی، ورزش‌های آبی و ماساژ، به عنوان عامل مداخله گر در میزان زاویه تیلت لگن مورد توجه محققان قرار گرفته است. لوین و همکاران (۱۹۹۷) به بررسی تأثیرات یک برنامه تمرینی تقویت کننده عضلات شکم بر روی تیلت لگن خاصره در حالت ایستاده ۴۰ آزمودنی (۳۲ زن و هشت مرد با میانگین سنی ۲۴/۵ سال)، که به دلیل ضعف عضلات شکمی از بین ۸۰ نفر انتخاب شده بودند، پرداختند. تمرینات گروه تجربی شامل چهار حرکت تیلت خلفی و سه شکل مختلف از تمرین حلقه کردن تنه می‌شد که هر تمرین

روزانه ۲۵ بار تکرار می‌شد و تمرینات به مدت هشت هفته ادامه می‌یافت. نتایج این تحقیق نشان داد قدرت عضلات ابدومینال آزمودنی‌های گروه تجربی (ارزیابی شده با آزمون کندال (پایین آوردن پا)) پیش و پس از برنامه تمرینی به ترتیب $۵۸/۱ \pm ۷/۸$ و $۳۳/۵ \pm ۱۳$ درجه بود و مداخله تمرینی فقط به تغییرات غیر معناداری در تیلت لگن خاصره منجر شد (۴۳). در تحقیق کوزوسکی و همکاران (۲۰۱۸) نیز ۱۵ نفر (سه زن) با محدوده سنی $۴/۱۹ \pm ۲۵/۶۷$ سال دارای کوتاهی همسترینگ به عنوان گروه تجربی و ۱۵ فرد سالم (شش زن) با محدوده سنی $۷/۱۴ \pm ۲۷/۹۳$ سال به عنوان گروه کنترل، مورد تحقیق و بررسی قرار گرفتند. برنامه ورزشی گروه تجربی به مدت هشت جلسه (چهار هفته) تمرینات هماهنگی عضلانی، تمرینات بریج در حالت سوپاین و پرون، پس از ۱۰ دقیقه گرم کردن با دوچرخه بود که آزمودنی‌ها با کمک کش‌های معلق و دیگر وسایل تمرینی در هر جلسه سه ست هشت تکرار (سه ثانیه‌ای) را انجام دادند. نتایج نشان داد تمرینات تقویتی در افرادی که دارای استیفس همسترینگ هستند، علاوه بر کاهش این سفتی موجب افزایش تیلت لگن می‌شود. بنابراین آنها این فرضیه را که افزایش سفتی عضلات همسترینگ موجب محدودیت در تیلت قدامی لگن (ارتباط منفی) می‌شود، تأیید کردند (۳۸).

لی و همکاران (۱۹۹۶) سه هفته تمرینات کششی خود را که شامل کشش استاتیک (دراز کشیده به حالت سوپاین و بالا آوردن یک پا بدون خمیدگی زانو و استراحت پای دیگر روی زمین) به مدت ۱۵ ثانیه با ۱۵ ثانیه استراحت برای ۱۰ بار در روز، روی ۳۹ آزمودنی (۱۷ مرد و ۲۲ زن) با میانگین سنی ۲۲-۳۷ سال، که هیچ اختلال اسکلتی عضلانی نداشتند و فقط دارای سفتی همسترینگ^۱ بودند، انجام دادند و بیان کردند که این تمرینات کششی هیچ گونه تأثیری در وضعیت لگن و مفصل کمری در حالت ایستاده ندارد (۴۴). کریستوپولیسکی و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی تأثیر فوری تمرینات کششی بر روی حداکثر زاویه تیلت قدامی لگن خاصره در هنگام راه رفتن پنج زن سالمند (دامنه سنی $۳/۸ \pm ۶۷$ سال) پرداختند. سه کشش که هر کشش ۳۰ ثانیه به طول می‌انجامید، برای هر دو

1. tight hamstring muscles

گروه عضلات خم کننده و عضلات باز کننده مفصل ران انجام گرفت. این تمرینات کششی به کاهش زاویه بیشینه تیلت قدامی لگن خاصره هنگام راه رفتن منجر شد.^(۱۳) مویر و همکاران (۲۰۱۲)، تأثیرات طولانی مدت برنامه تمرینات کششی بر روی تیلت لگن خاصره حالت ایستاده ۵۸ داوطلب زن (میانگین سنی $23/44 \pm 8/87$ سال) را که هیچ نوع تمرین ورزشی و سابقه جراحی، شکستگی یا درد در ستون فقرات و عضلات پشت ران در سال های اخیر نداشتند، بررسی کردند. سه تمرین کششی مختلف برای گروه عضلات همسترینگ انجام گرفت، مدت زمان هر تمرین ۲۰ ثانیه بود. تمرینات ۱۲ هفته به طول انجامید و هر هفته شامل سه جلسه تمرینی می شد. هیچ گونه تغییری در شیب لگن خاصره اندازه گیری شده با اینکلینومتر در حالت ایستاده آزمودنی های گروه تجربی و گروه کنترل مشاهده نشد، در حالی که این شیب در حالت آزمون خم شدن و گرفتن نوک پنجه های و در آزمودنی های گروه تجربی بر خلاف گروه کنترل، بر اثر تمرینات کششی افزایش معناداری داشت (۵۱). لوپز - مینارو و همکاران (۲۰۱۲) تأثیرات فوری یک وهله تمرین کششی را بر روی تیلت لگن خاصره ارزیابی کردند. تیلت لگن آزمودنی های تحقیق که ۵۴ فرد بزرگسال (دامنه سنی $24/29 \pm 7/41$ سال) دارای فعالیت بدنی تفریحی بودند، در حالت ایستاده و حالت آزمون خمش و رسش با اسپاینال موس قبل و بعد از برنامه تمرینات کششی اندازه گیری شد. هر جلسه تمرینی شامل سه ست متشکل از چهار کشش عضلات همسترینگ می شد که هر کشش برای مدت زمان ۲۰ ثانیه نگه داشته می شد و مدت زمان استراحت بین کشش ها برابر ۳۰ ثانیه بود. نتایج تحقیق نشان داد که میزان کشش عضلات همسترینگ آزمودنی ها که با آزمون بالا آوردن کشیده پای (ASLR) سمت راست بدن اندازه گیری شد و در قبل و بعد از برنامه تمرینی به ترتیب $11/76 \pm 61/68$ و $10/58 \pm 77/51$ درجه بود، دقیقاً بعد از برنامه کششی در همان جلسه افزایش معناداری داشت ($P < 0/001$). در صورتی که تمرینات کششی هیچ گونه تأثیری بر روی تیلت لگن خاصره در حالت ایستاده نداشت، اما افزایش معناداری در حالت خمش و رسش داشت ($P < 0/001$) (۴۶). کریگان و همکاران (۲۰۰۳) در پژوهش خود که ۱۰۰ سالمند سالم بالای ۶۵ سال حضور داشتند، به بررسی تأثیرات برنامه های طولانی مدت کششی عضلات خم کننده

مفصل ران (جلسه تمرین کششی؛ دو جلسه در هفته به مدت ۱۰ هفته) بر روی حداکثر زاویه تیلت قدامی لگن خاصره (اندازه گیری شده با شش دوربین موشن آنالیزور) و دیگر متغیرهای آنها در حین راه رفتن پرداختند. در این تحقیق که آزمودنی‌های گروه تجربی آن در هر جلسه تمرینی چهار ست برنامه کششی را به مدت ۳۰ ثانیه برای هر کدام از اندام تحتانی بعد از فعالیت‌های گرم کردن انجام دادند، مشخص شد زاویه تیلت لگن قدامی آزمودنی‌ها در پیش و پس از برنامه تمرینی به ترتیب $۱۳/۱ \pm ۷/۳$ و $۱۲/۳ \pm ۵/۶$ درجه بود که این کاهش از نظر آماری معنادار نبود (۳۲). وات و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی تأثیرات برنامه‌های طولانی مدت کششی بر روی حداکثر زاویه تیلت قدامی لگن خاصره در هنگام راه رفتن افراد مسن پرداختند. در این تحقیق ۸۲ سالمند سالم بالای ۶۵ سال به دو گروه تجربی (۴۳ نفر) و کنترل (۳۹ نفر) تقسیم شدند و به ترتیب دو برنامه تمرینات کششی برای عضلات فلکسور ران و عضلات آبداکتور شانه را انجام دادند. هر دو گروه پیش و پس از هشت دقیقه برنامه کششی روزانه (دو ست کشش ۶۰ ثانیه‌ای به صورت متناوب برای اندام راست و چپ یعنی چهار دقیقه برنامه کششی، دو بار در روز؛ صبح و عصر)، فعالیت سرد کردن و گرم کردن پیشنهادی (دانشکده طب ورزشی آمریکا) را انجام می‌دادند. نتایج نشان داد تیلت قدامی لگن (اندازه گیری شده با ۱۰ دوربین موشن آنالیزور) در حین راه رفتن عادی (با میانگین سرعتی در حدود $m/s ۱/۲۸$) هم در گروه کنترل ($P=۰/۱۳$) (زاویه تیلت لگن پیش و پس از برنامه تمرینی به ترتیب $۱۳/۷ \pm ۵/۱$ و $۱۰/۵ \pm ۵/۳$ درجه) و هم در گروه تجربی ($P=۰/۰۰۶$) (زاویه تیلت لگن پیش و پس از برنامه تمرینی به ترتیب $۱۵/۸ \pm ۵/۲$ و $۱۱/۹ \pm ۵/۲$ درجه) کاهش معناداری داشت (۷۲). اگرچه وات و همکاران (۲۰۱۱) در مقاله‌ای دیگر که به مقایسه سرعت راه رفتن (راه رفتن سریع (با میانگین سرعتی در حدود $m/s ۱/۵۳$) در مقابل راه رفتن راحت (با میانگین سرعتی در حدود $m/s ۱/۱۳$)) بعد از همان برنامه طولانی مدت کششی و همان گروه آزمودنی پرداختند، بیان کردند که هیچ اختلاف معناداری بین زاویه تیلت لگن آزمودنی‌ها (هر دو گروه کنترل و تجربی) در پیش و پس از برنامه‌های تمرینی و در راه رفتن سریع و راحت وجود ندارد (73).

کاتینگهام و همکاران (۱۹۸۸) تأثیر ۴۵ دقیقه ماساژ (روش رولفینگ) متمرکز بر لگن

خاصره را روی تیلت لگن خاصره ۳۲ فرد سالم (۲۱-۳۵ ساله) در حالت ایستاده (با روش اینکلینومتر) بررسی کردند. آنها به این نتیجه دست یافتند که شیوه درمانی مورد استفاده به کاهش معنادار (از ۱۲/۳ درجه تا ۱۰/۶ درجه) تیلت قدامی لگن خاصره گروه تجربی در مقایسه با گروه کنترلی منجر شد که در وضعیت یکسان دراز کشیدند و هیچ گونه ماساژی را دریافت نکردند. نتایج نشان داد که کاهش صورت گرفته در تیلت قدامی لگن خاصره حتی پس از ۲۴ ساعت حفظ می شود (۱۱). دی بندتو و همکاران (۲۰۰۵) تأثیرات یک برنامه طولانی مدت یوگا (Iyengar Hatha) بر روی تیلت لگن خاصره در حین راه رفتن را در ۲۳ زن و مرد مسن سالم (۶۲-۸۳ ساله) که هیچ تجربه ای با این ورزش نداشتند، بررسی کردند. برنامه موردنظر شامل دو کلاس ۹۰ دقیقه ای یوگا در هر هفته و ۲۰ دقیقه تمرین یوگا در خانه در روزهای یک در میان می شد. برنامه تمرینی به مدت هشت هفته ادامه یافت. هیچ گونه کاهش معناداری در حداکثر زاویه تیلت قدامی لگن خاصره در حین راه رفتن در اثر برنامه تمرینی موردنظر در کل گروه حاصل نشد، اگرچه کاهش معناداری در آزمودنی هایی که تا حد زیادی از برنامه تبعیت می کردند، مشاهده شد (۱۶). سیو دانگیول و همکاران (۲۰۱۳) ۲۰ بیمار دارای درد پشت ستون فقرات با میانگین سنی ۲۰ سال، را به مدت شش هفته (سه جلسه در هفته هر جلسه ۴۰ دقیقه) با تمرینات انعطاف پذیری، تعادلی و قدرتی که همگی با استفاده از کش و طناب صورت گرفت بررسی و بیان کردند که این پروتکل تمرینی هیچ تأثیر معناداری بر تیلت لگن ندارد (۵۹). منشوری و خورزوقی (۲۰۱۵) به بررسی تأثیر یک برنامه طولانی مدت شنای کراال پشت بر روی تیلت لگن خاصره در حالت ایستاده در ۶۷ زن جوان و غیروزشکار (۱۹-۲۵ ساله) پرداختند. برنامه تمرینی شنای کراال پشت (از دو مرتبه شنای ۲۰۰ متر با پنج دقیقه استراحت در هفته های اول و دوم شروع می شد و به پنج بار شنای ۲۰۰ متر در هفته های هفتم و هشتم پایان می یافت) یا راه رفتن در آب می شد که سه بار در هفته انجام می گرفت و به مدت هشت هفته ادامه یافت. برنامه تمرینی به کاهش زاویه تیلت قدامی لگن خاصره (اندازه گیری شده با کالپر) منجر شد، اگرچه این کاهش از نظر آماری معنادار نبود (۴۷). تأکید شده است که افراد در فعالیت های روزانه و به طور پیوسته از عضلات ناحیه

شکمی استفاده کرده و بر این موضوع تمرکز کنند. همچنین می‌بایست افراد در بیشتر تمرینات با انقباض عضلات عرضی شکم، یک سیلندر و فضای سفت و سخت در اطراف ستون فقرات ایجاد کنند (۱۷). در زمان تجویز تمرینات جهت عارضه تیلت قدامی لگن، بسیار مهم است که تمرینات به صورت تخصصی قسمت‌های بالا و پایین ناحیه شکمی را فعال کند (۷۱). اگرچه بیان شده است تمرین کرانچ بیشتر قسمت فوقانی ناحیه شکمی را درگیر می‌کند، درحالی‌که در تمرینات تیلت خلفی لگن، تمرکز باید بیشتر بر قسمت پایین ناحیه شکمی باشد (۵۶) بسیار مهم است که در تمرینات تیلت خلفی لگن، عضلات بازکننده ستون فقرات و کوادرئیس‌پس کشیده شود (۳۳). سهرمن بیان کرد که در تیلت خلفی لگن، تمرینات تقویتی رکتوس ابدومینیس در حالت نشسته و ایستاده مورد توجه قرار گیرد (۵۵). همچنین بیان شده است که علاوه بر تقویت عضلات شکمی و حرکات کششی عضلات بازکننده ستون فقرات، تقویت عضلات گلوئوس ماکسیموس و همسترینگ می‌تواند تمریناتی اختصاصی برای افراد دارای تیلت خلفی لگن باشد (۲۷).

بحث و بررسی

نتایج این تحقیق مشخص کرد که در مورد ارتباط میان تیلت لگنی و عملکرد عضلات و تأثیرات تمرینات ورزشی اطلاعات ضد و نقیضی وجود دارد. بیان شده است که عضلات شکمی با تأثیر بر ناحیه لومبار لوردوسیس می‌تواند بر تیلت لگن و بر میزان قوس کمری تأثیرگذار باشد (۳۵). اگرچه اطلاعات ضد و نقیضی در تحقیقات گزارش شده است، اما به نظر می‌رسد چنین ارتباطی وجود دارد (۱۱، ۳۵، ۴۳، ۶۳، ۷۵) و با تقویت عضلات شکمی، تیلت قدامی لگن کاهش می‌یابد (۱۱). نتایج این تحقیق نشان داد که تنها در دو تحقیق (۶۹، ۷۶) هیچ ارتباطی بین تیلت لگن و عضلات شکمی گزارش نشده است. آزمودنی‌های یکی از این تحقیقات از گروه‌های سالم جامعه انتخاب نشده و همگی دارای عارضه کمردرد بودند. بنابراین وجود این عارضه می‌تواند دلیلی بر عدم ارتباط نتیجه‌گیری بین میزان قدرت عضلات شکمی و تأثیر آن بر تیلت قدامی لگن باشد (۷۶). در پژوهشی دیگر که عدم ارتباط بین تیلت لگن و عضلات شکمی گزارش شد، اگرچه آزمودنی‌های

آن ۳۱ فرد ۲۰ تا ۳۳ ساله سالم بودند، محققان تنها به ارزیابی لگن در حالت ایستاده با اینکلینو متر پرداختند و از ارزیابی در حالت‌های دیگر صرف‌نظر کردند. از این‌رو از آنجایی که بیان شده است تغییرات لگن به‌طور معمول در حالت ایستاده به‌سختی قابل مشاهده است، نتایج این تحقیق و عدم ارتباط بین تیلت لگن و عضلات شکمی توجه‌پذیر باشد (۶۹). دیگر عامل عضلانی مورد تأکید در پژوهش‌ها و بررسی ارتباط آن با تیلت لگن، گروه عضلانی همسترینگ است. استیفنس این گروه عضلانی به‌علت مکان چسبندگی آنها در برجستگی ایسچال، ممکن است موجب کاهش دامنه حرکتی تیلت قدامی لگن شود. همچنین بیان شده است به‌علت وجود ارتباط منفی بین این دو متغیر، تمرینات تقویتی در افرادی که دارای استیفنس (سفتی) همسترینگ هستند، علاوه بر کاهش این سفتی موجب افزایش تیلت لگن می‌شود (۶۵). نتایج تحقیقات مشخص کرد ارتباطی بین متغیرهای سفتی و قدرت عضلاتی همسترینگ بر میزان افزایش قوس کمری و تیلت لگن وجود ندارد (۱۹، ۲۳، ۳۶، ۵۱، ۵۱، ۶۹). بر اساس نتایج این تحقیقات درجه و شدت سفتی یا میزان قدرت عضلانی در این زمینه اثرگذار بوده‌اند و در تمامی تحقیقاتی که افراد با سفتی و قدرت عضلانی طبیعی و نرمال در آن شرکت داشتند، ارتباطی بین این متغیرها وجود نداشت، درحالی‌که نتایج تحقیق روی کودکان فلج مغزی با سفتی و شرایط عضلانی خاص نشان داد بین کوتاهی همسترینگ و میزان قوس کمری ارتباط وجود دارد (۴۸). در تحقیق کوزوسکی و همکاران نیز ارتباط منفی و معناداری بین سفتی گروه عضلات همسترینگ و تیلت لگن گزارش شد، درحالی‌که آزمودنی‌های این پژوهش نیز همگی دارای سفتی عضلات همسترینگ بودند (۳۸). به‌نظر می‌رسد هیچ الزامی وجود ندارد که تغییرات در طول همسترینگ بر تیلت لگن افراد دارای کمردرد یا بدون آن، تأثیرگذار باشد. اگرچه بیان شده است کاهش طول همسترینگ می‌تواند موجب کاهش لوردوسیس کمری یا در نتیجه کمردرد شود (۹، ۱۹، ۳۱)، بنابراین تمرینات انعطاف‌پذیری همسترینگ در افراد دارای کمردرد می‌تواند توجه‌پذیر باشد (۲۸).

نتایج این تحقیق در خصوص مطالعات تأثیرات تمرینات ورزشی بر تیلت لگن که بر اساس مقیاس PEDro کیفیت متوسطی داشتند ($4/5 \pm 2/25$) = میانگین نمره مقیاس

(PEDro) (۷۷) نشان داد که حالت‌ها و روش‌های اندازه‌گیری تیلت لگن می‌تواند تأثیر بسیار مهمی در نتایج تحقیقات و معناداری یا عدم تأثیرگذاری برنامه‌های تمرینی مختلف (کششی، تقویتی، یا ورزش‌های دیگر) بر زاویه تیلت لگن خاصره داشته باشد. برای مثال وات و همکاران (۲۰۱۱) در دو مقاله خود که روی یک گروه آزمودنی انجام شد بیان کردند که برنامه‌های تمرینی طولانی مدت کششی هیچ تأثیری بر تیلت لگن آزمودنی‌ها در حین راه رفتن با سرعت‌های ۱/۵۳ متر بر ثانیه (راه رفتن سریع) و ۱/۱۳ متر بر ثانیه (راه رفتن راحت) ندارد (۷۳)، درحالی که تأثیر معناداری در سرعت راه رفتن ۱/۲۸ متر بر ثانیه (راه رفتن عادی) داشت (۷۲). در هر دو تحقیق تیلت لگن با استفاده از دوربین‌های موشن آنالیزور اندازه‌گیری شد، ولی سرعت راه رفتن متفاوت بود. لوپز - مینارو و همکاران (۲۰۱۲) اثبات کردند که یک جلسه تمرینات کششی موجب تغییر معنادار در اندازه تیلت لگن آزمودنی در حالت سیت اند ریچ می‌شود، درحالی که این زاویه در حالت ایستاده بعد از برنامه تمرینی کششی هیچ گونه تغییری معناداری نداشت (۴۶). مویر و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند که زاویه تیلت لگن ارزیابی شده با اینکلینومتر در حالت ایستاده پس از ۱۲ هفته تمرین کششی (سه جلسه در هفته) معنادار نبود، درحالی که این زاویه در آزمون خم شدن به جلو همان آزمودنی‌ها با شرایط یکسان، معنادار بود (۵۰). به نظر می‌رسد در حالت ایستاده از آنجایی که عضلات همسترینگ کمی کشیده شده و دارای تنش پسیو کمی هستند، تغییری در زاویه تیلت لگن دیده نمی‌شود، درحالی که در حالت آزمون سیت اند ریچ و خم شدن به جلو فرد با استفاده بیشتر از کشش عضلات همسترینگ می‌تواند تیلت لگن را تغییر می‌دهد (۴۶). بنابراین می‌توان تفاوت مشاهده شده در تحقیقات و عدم معناداری تیلت لگن در حالت ایستاده آزمودنی‌ها را تفسیر کرد. نکته حائز اهمیت دیگر در بررسی تحقیقات صورت گرفته، مدت برنامه‌های تمرینی، تأثیر فوری یا درازمدت تمرینات کششی بر تیلت لگن در مطالعات صورت گرفته است. نتایج این تحقیق نشان داد تیلت لگن آزمودنی‌ها بعد از دریافت تمرینات مانی پولاسیون، ماساژ و تمرینات کششی حتی تا ۲۴ ساعت تغییر معناداری داشت، درحالی که این تأثیر در درازمدت و پس از برنامه‌های تمرین طولانی مدت مشاهده نشد (۴۳). در مورد مدت برنامه‌ها و پروتکل‌های تمرینی نیز به علت

انجام شدن مطالعات در سطح وسیعی از جامعه (جامعه سالم و ناسالم جوان، بزرگسال و مسن) نتیجه‌گیری و مقایسه آن (به‌علت نبود ویژگی‌های مشترک) بسیار سخت و دشوار است و به‌نظر می‌رسد محققان در مطالعات آینده باید به آن توجه ویژه داشته باشند، اگرچه شاید در تنها مقایسه رخ داده، که ارزش کیفی هر دو تحقیق در مقیاس PEDro خوب بود، بتوان گفت که مدت برنامه‌های تمرینی کششی در جامعه جوان مورد تحقیق که دارای کوتاهی و سفتی همسترینگ بودند، در مدت چهار هفته تأثیر معناداری داشت (۳۸) و این تأثیر در برنامه تمرینی سه‌هفته‌ای رخ نداد (۴۴). همچنین نتایج نشان داد نوع تمرینات ورزشی مانند یوگا (مطالعه‌ای با ارزش کیفی ضعیف در مقیاس PEDro)، شنا (مطالعه‌ای با ارزش کیفی ضعیف در مقیاس PEDro)، تمرینات انعطاف‌پذیری، تعادلی و قدرتی (مطالعه‌ای با ارزش کیفی خوب در مقیاس PEDro) هیچ تأثیر معناداری در زاویه تیلت لگن ندارد (۱۶، ۴۷، ۵۹) و به‌نظر می‌رسد محققان در پژوهش‌های آینده باید بر روش‌های تمرینی دیگر و مطالعاتی با ارزش کیفی خوب و عالی توجه و تمرکز کنند.

نتیجه‌گیری نهایی

آز آنجایی که هدف از این تحقیق مروری، بررسی عواملی همچون عملکرد عضلانی و اثر تمرینات مختلف بر تیلت لگن بود، به‌نظر می‌رسد به‌علت نتایج ضد و نقیض در این موضوعات، همچنان نتیجه‌گیری قطعی در این خصوص بسیار سخت و دشوار است و باید مورد توجه تحقیقات آینده و مطالعاتی با ارزش کیفی خوب و عالی قرار گیرد. نتایج این تحقیق نشان داد که حالت‌ها و روش‌های اندازه‌گیری تیلت لگن (در وضعیت‌های ایستاده، خوابیده یا در حال حرکت) می‌تواند تأثیر بسیار مهمی در نتایج مطالعات و معناداری یا عدم تأثیرگذاری برنامه‌های تمرینی مختلف (کششی، تقویتی، یا ورزش‌های دیگر) بر زاویه تیلت لگن خاصره داشته باشد و محققان باید از اندازه‌گیری و مشاهده زاویه تیلت لگن در حالت ایستاده بپرهیزند. اگرچه به‌نظر می‌رسد نتایج ضد و نقیضی در مورد تأثیرات تمرینات ورزشی مانند یوگا، شنا، انعطاف‌پذیری، تعادلی و قدرتی بر تیلت لگن وجود دارد، نتایج مشخص کرد که تقویت عضلات ناحیه شکمی موجب کاهش تیلت لگنی می‌شود و در

افرادی که دارای قدرت عضلات همسترینگ طبیعی‌اند، هیچ الزامی وجود ندارد که ارتباطی بین تغییرات در طول این گروه عضلانی با تیلت لگن وجود داشته باشد.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می‌دارند در مراحل مختلف این تحقیق هیچ منابع مالی و تجاری دریافت نکرده‌اند و هیچ گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است.

منابع

- 1- Alviso DJ. Dong GT. Lentell GL. Intertester reliability for measuring pelvic tilt in standing. *Physical Therapy*. 1988; 68(9): 1347-1351.
- 2- Barbosa, A. Bonifácio D. Lopes Í. Martins F. Barbosa M. Vitorino D. Barbosa A. Intra-and inter-rater reliability in photogrammetric pelvic tilt angles analysis. *International Journal of Therapy and Rehabilitation*. 2013; 20(2):86-90.
- 3- Berthonnaud E. Dimnet J. Roussouly P. Labelle H. Analysis of the sagittal balance of the spine and pelvis using shape and orientation parameters. *Journal of spinal disorders & techniques*. 2005; 18(1):40-47.
- 4- Blondel B. Parratte S. Tropiano P. Pauly V. Aubaniac JM. Argenson JN. Pelvic tilt measurement before and after total hip arthroplasty. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2009; 95(8):568-572.
- 5- Boulay C. Tardieu C. Hecquet J. Benaim C. Mouilleseaux B. Marty C. Pélissier J. Sagittal alignment of spine and pelvis regulated by pelvic incidence: standard values and prediction of lordosis. *European Spine Journal*. 2006; 15(4):415.
- 6- Brekke AF. Overgaard S. Hróbjartsson A. Holsgaard-Larsen A. Non-surgical interventions for excessive anterior pelvic tilt in symptomatic and non-symptomatic adults: a systematic review. *EFORT open reviews*. 2020; 5(1):37-45.
- 7- Burdett RG. Brown KE. Fall MP. Reliability and validity of four instruments for measuring lumbar spine and pelvic positions. *Physical therapy*. 1986; 66(5):677. 1.
- 8- Chaléat-Valayer E. Mac-Thiong JM. Paquet J. Berthonnaud E. Siani F. Roussouly P. Sagittal spino-pelvic alignment in chronic low back pain. *European spine journal*. 2011; 20(5):634-640.
- 9- Calliet R. Low Back Pain Syndrome. 3rd ed. Philadelphia PA: 543 *FA Davis*: 1981.

- 10- Cibulka M.T. Delitto A. Koldehoff R.M. Changes in Innominate Tilt After Manipulation of the Sacroiliac Joint in Patients with Low Back Pain An Experimental Study. *Physical Therapy*. 1988; 68(9):1359-1363.
- 11- Choi SA. Cynn HS. Yi CH. Kwon OY. Yoon TL. Choi WJ. Lee JH. Isometric hip abduction using a Thera-Band alters gluteus maximus muscle activity and the anterior pelvic tilt angle during bridging exercise. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2015; 25(2):310-315.
- 12- Cottingham JT. Porges SW. Richmond K. Shifts in pelvic inclination angle and parasympathetic tone produced by Rolting soft tissue manipulation. *Physical therapy*. 1988; 68(9):1364-1370.
- 13- Cristopoliski F. Sarraf TA. Dezan VH. Provensi CLG. Rodacki ALF. Transient effect of flexibility exercises in the hip joint on the gait of older women. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 2008; 14(2):139-144.
- 14- Day JW. Smidt GL. Lehmann T. Effect of pelvic tilt on standing posture. *Physical Therapy*. 1984; 64(4):510-516.
- 15- De Carvalho DE. Soave D. Ross K. Callaghan JP. Lumbar spine and pelvic posture between standing and sitting: a radiologic investigation including reliability and repeatability of the lumbar lordosis measure. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2010; 33(1): 48-55.
- 16- DiBenedetto M. Innes KE. Taylor AG. Rodeheaver PF. Boxer JA. Wright HJ. Kerrigan DC. Effect of a gentle Iyengar yoga program on gait in the elderly: an exploratory study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2005; 86(9):1830-1837.
- 17- Drysdale CL. Earl JE. Hertel J. Surface electromyographic activity of the abdominal muscles during pelvic-tilt and abdominal-hollowing exercises. *Journal of athletic training*. 2004; 39(1):32.
- 18- sola MA. McClure PW. Fitzgerald GK. Siegler S. Analysis of lumbar spine and hip motion during forward bending in subjects with and without a history of low back pain. *Spine*. 1996; 21(1):71-8.
- 19- Fasuyi FO. Fabunmi AA. Adegoke BO. Hamstring muscle length and pelvic tilt range among individuals with and without low back pain. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*. 2017; 21(2):246-250.
- 20- Flint MM. Lumbar posture: a study of roentgenographic measurement and the influence of flexibility and strength. *Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation*. 1963; 34(1):15-20.
- 21- Gajdosik R. Simpson R. Smith R. DonTigny RL. Pelvic tilt intratester reliability of measuring the standing position and range of motion.

- Physical Therapy*. 1985; 65(2):1.
- 22- Geraci Jr MC. Overuse injuries of the hip and pelvis. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*. 1996; 6(1):5-19.
 - 23- Gnat R. Saulicz E. Biały M. Kłaptoch P. Does Pelvic Asymmetry always Mean Pathology? Analysis of Mechanical Factors Leading to the Asymmetry. *Journal of Human Kinetics volume*. 2009; 21:23-35.
 - 24- Guenoun B. Zadegan F. Aim F. Hannouche D. Nizard R. Reliability of a new method for lower-extremity measurements based on stereoradiographic three-dimensional reconstruction. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2012; 98(5):506-513.
 - 25- Haji Maghsoudi M. Naseri N. Hosseini Ghahi F. Fakhari Z. The relationship between pelvic inclination and muscular function and length among healthy females. *J Res Rehabil Sci*. 2013; 9(1):1-10 (in Persian).
 - 26- Heino JG. Godges JJ. Carter CL. Relationship between hip extension range of motion and postural alignment. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1990; 12(6):243-247.
 - 27- Johanne Vézina M. Hubley-Kozey CL. Egan DA. A review of the muscle activation patterns associated with the pelvic tilt exercise used in the treatment of low back pain. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*. 1998; 6(4):191-201.
 - 28- Kang TW. Kim BR. The effects of stretching and strengthening exercise on the pain, pelvic tilt, functional disability index, and balance ability of patients with chronic lower back pain. *The Journal of Korean Physical Therapy*. 2019; 31(1):7-12.
 - 29- Karen D. Green DS. Jensen GM. Savinar E. A comparison of muscular tightness in runners and nonrunners and the relation of muscular tightness to low back pain in runners. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1985; 6(6):315-323.
 - 30- Kendall FP, McCreary EK. Muscles: Testing and Function, ed 3. *Baltimore, MD, Williams & Wilkins*; 1983.
 - 31- Kendall, FR. McCreary EK. Provance PG. Rodgers MM. Romani WA. Muscles: Testing and Function with Posture and Pain. 5th ed. *Baltimore, MD: Williams & Wilkins*; 2005.
 - 32- Kerrigan DC. Xenopoulos-Oddsson A. Sullivan MJ. Lelas JJ. Riley PO. Effect of a hip flexor stretching program on gait in the elderly. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2003; 84(1):1-6.
 - 33- Klein KK. Roberts CA. Mechanical problems of marathoners and joggers. Cause and solution. *American corrective therapy journal*. 1976; 30(6):187.
 - 34- Kolber MJ. Fiebert IM. Addressing flexibility of the rectus femoris in the athlete with low back pain. *Strength and Conditioning Journal*.

- 2005; 27(5):66.
- 35- Krawiec CJ. Denegar CR. Hertel J. Salvaterra GF. Buckley WE. Static innominate asymmetry and leg length discrepancy in asymptomatic collegiate athletes. *Manual Therapy*. 2003; 8(4):207-213.
- 36- Król A. Polak M. Szczygieł E. Wójcik P. Gleb K. Relationship between mechanical factors and pelvic tilt in adults with and without low back pain. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*. 2017; 30(4):699-705.
- 37- Kuna D. Bobić TT. Promjene u nagibu zdjelice u sagitalnoj ravnini nakon provedenog treninga proksimalne stabilnosti trupa: sustavni pregled literature. *Croatian Sports Medicine Journal/Hrvatski sports komedicijski vjesnik*. 2023; 38(1).
- 38- Kuszewski MT. Gnat R. Gogola A. The impact of core muscles training on the range of anterior pelvic tilt in subjects with increased stiffness of the hamstrings. *Human Movement Science*. 2018; 57: 32-39.
- 39- Lalonde NM. Dansereau J. Pauget P. Cinquin P. Aissaoui R. Assessing the influence of repositioning on the pelvis'3-D orientation in wheelchair users. *IEEE Transactions on neural systems and rehabilitation engineering*. 2006; 14(1), 76-82.
- 40- Lazennec JY. Rousseau MA. Rangel A. Gorin M. Belicourt C. Brusson A. Catonné, Y. Pelvis and total hip arthroplasty acetabular component orientations in sitting and standing positions: measurements reproducibility with EOS imaging system versus conventional radiographies. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*. 2011;97(4):373-380.
- 41- Legaye J. Duval-Beaupere G. Hecquet J. Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *European Spine Journal*. 1998; 7(2): 99-103.
- 42- Levine D. Whittle MW. The effects of pelvic movement on lumbar lordosis in the standing position. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 1996; 24(3):130-135.
- 43- Levine D. Walker JR. Tillman LJ. The effect of abdominal muscle strengthening on pelvic tilt and lumbar lordosis. *Physiotherapy Theory and Practice*. 1997; 13(3):217-226.
- 44- Li Y. McClure PW. Pratt N. The Effect of Hamstring Muscle Stretching on Standing Posture and on Lumbar and Hip Motions During Forward Bending. *Physical Therapy*. 1996; 76(8):836-845.
- 45- Lim HS. Roh SY. Lee SM. The Relationship between Pelvic Tilt Angle and Disability Associated with Low Back Pain. *Journal of Physical Therapy Science*. 2013; 25(1):65-68.
- 46- López-Miñarro PA. Muyor JM. Belmonte F. Alacid F. Acute Effects of Hamstring Stretching on Sagittal Spinal Curvatures and Pelvic Tilt.

Journal of Human Kinetics volume. 2012; 69:78.

- 47- Manshouri M. Khorzoghi MB. Effect of Backstroke Swimming on Pelvic Tilt in females. *Bull. Env. Pharmacol. Life Sci.* 2015; 4:79-83 (in Persian).
- 48- McCarthy JJ. Betz RR. The relationship between tight hamstrings and lumbar hypolordosis in children with cerebral palsy. *Spine.* 2000; 25(2):211.
- 49- Mohamed O. Perry J. Hiplop H. Relationship between wire EMG activity, muscle length, and torque of the hamstrings. *Clinical Biomechanics.* 2002; 17:569-579.
- 50- Muyor JM. López-Miñarro PA. Casimiro AJ. Effect of stretching program in an industrial workplace on hamstring flexibility and sagittal spinal posture of adult women workers: a randomized controlled trial. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation.* 2012; 25(3):161.
- 51- Naseri N. Fakhari Z. Senobari M. Jalaei S. Banejad M. The relationship between pelvic tilt and lumbar lordosis with muscle tightness, and muscle strength in healthy female subjects. *Journal of Modern Rehabilitation.* 2010; 3(3):48-55 (in Persian).
- 52- Neumann DA. Kinesiology of the hip: a focus on muscular actions. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy.* 2010; 40(2): 82-94.
- 53- Norrisa CM. Matthews M. Correlation between hamstring muscle length and pelvic tilt range during forward bending in healthy individuals: An initial evaluation. *Journal of Bodywork and Movement Therapies.* 2006; 10:122–126.
- 54- Ragsdale MI. Wong FS. Boutin RD. Meehan JP. Pelvic tilt evaluation from frontal radiographs: the validity, interobserver reliability and intraobserver reproducibility of the sacro-femoral-pubic parameter. *The Journal of arthroplasty.* 2017; 32(5):1665-1669.
- 55- Sahrmann SA. Diagnosis and treatment of movement-related pain syndromes associated with muscle and movement imbalances. *Coursenotes;* 1995.
- 56- Sarti MA. Monfort M. Fuster MA. Villaplana LA. Muscle activity in upper and lower rectus abdominus during abdominal exercises. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 1996; 77(12):1293-1297.
- 57- Schache AG. Blanch PD. Murphy AT. Relation of anterior pelvic tilt during running to clinical and kinematic measures of hip extension. *British Journal of Sports Medicine.* 2000; 34(4):279-283.
- 58- Schwab F. Lafage V. Boyce R. Skalli W. Farcy JP. Gravity line analysis in adult volunteers: age-related correlation with spinal parameters, pelvic parameters, and foot position. *Spine.* 2006; 31(25):E959-E967.
- 59- Seo D. Lee Y. Lee D. Kim S. The Effect of a Six-Week Sling Exercise

- on Flexibility, Balance, Muscular Strength, Pelvic Tilt Angle in Age of 20 Woman Low Back Pain. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*. 2013; 1(2):1-12.
- 60- Chai Y. Boudali AM. Khadra S. Dasgupta A. Maes V. Walter WL. Evaluating Pelvic Tilt Using the Pelvic Antero-posterior Projection Images-A Systematic Review. *The Journal of Arthroplasty*. 2023; 39(4): 1108-1116.
- 61- Suits WH. Clinical measures of pelvic tilt in physical therapy. *International journal of sports physical therapy*. 2021; 16(5):1366.
- 62- Tateuchi H. Wada O. Ichihashi N. Effects of calcaneal eversion on three-dimensional kinematics of the hip, pelvis and thorax in unilateral weight bearing. *Human movement science*. 2011; 30(3):566-573.
- 63- Toppenberg RM. Bullock MI. The interrelation of spinal curves, pelvic tilt and muscle lengths in the adolescent female. *The Australian journal of physiotherapy*. 1985; 32(1):6-12.
- 64- Tyrakowski M. Wojtera-Tyrakowska D. Siemionow K. Influence of pelvic rotation on pelvic incidence, pelvic tilt, and sacral slope. *Spine*. 2014; 39(21):E1276-E1283.
- 65- Van Wingerden JP. Vleeming A. Snijders CJ. Stoeckart R. A functional-anatomical approach to the spine-pelvis mechanism: Interaction between the biceps femoris muscle and the sacrotuberous ligament. *European Spine Journal*. 1993; 2(3), 140-144.
- 66- Vaz G. Roussouly P. Berthonnaud E. Dimnet J. Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *European spine journal: official publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society*. 2002; 11(1):80-87.
- 67- Vrtovec T. Janssen MM. Likar B. Castelein RM. Viergever MA. Pernuš F. A review of methods for evaluating the quantitative parameters of sagittal pelvic alignment. *The Spine Journal*. 2012; 12(5):433-446.
- 68- Vialle R. Levassor N. Rillardon L. Templier A. Skalli W. Guigui P. Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 2005; 87(2):260-267.
- 69- Walker ML. Rothstein JM. Finucane SD. Lamb RL. Relationships between lumbar lordosis, pelvic tilt, and abdominal muscle performance. *Physical Therapy*. 1987; 67(4):512-516.
- 70- Wan Z. Malik A. Jaramaz B. Chao L. Dorr LD. Imaging and navigation measurement of acetabular component position in THA. *Clinical orthopaedics and related research*. 2009; 467(1):32-42.
- 71- Waryasz GR. Exercise strategies to prevent the development of the anterior pelvic tilt: Implications for possible prevention of sports

- hernias and osteitis pubis. *Strength & Conditioning Journal*. 2010; 32(4):56-65.
- 72- Watt JR. Jackson K. Franz JR. Dicharry J. Evans J. Kerrigan DC. Effect of a supervised hip flexor stretching program on gait in elderly individuals. *PM & R: The journal of injury, function, and rehabilitation*. 2011a; 3(4):324.
- 73- Watt JR. Jackson K. Franz JR. Dicharry J. Evans J. Kerrigan DC. Effect of a supervised hip flexor stretching program on gait in frail elderly patients. *PM&R*. 2011b; 3(4), 330-335.
- 74- Yeh KT. Lee RP. Chen H. Yu, TC. Peng CH. Liu KL. ... & Wu, WT. Are there age-and sex-related differences in spinal sagittal alignment and balance among Taiwanese asymptomatic adults? *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2018; 476(5): 1010.
- 75- Youdas JW. Garrett TR. Harmsen S. Suman VJ. Carey JR. Lumbar lordosis and pelvic inclination of asymptomatic adults. *Physical therapy*. 1996; 76(10): 1066-1081.
- 76- Youdas JW. Garrett TR. Egan KS. Therneau TM. Lumbar lordosis and pelvic inclination in adults with chronic low back pain. *Physical Therapy*. 2000; 80(3): 261-275.
- 77- Cashin AG, McAuley JH. Clinimetrics: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) Scale. *Journal of physiotherapy*. 2019; 66(1): 59-59. [DOI:10.1016/j.jphys.2019.08.005] [PMID]

استناد به این مقاله: نورسته، علی اصغر؛ تیموری، مقداد؛ تفاح، مرتضی؛ (۱۴۰۴)، عوامل موثر بر تیلت لگن خاصره: یک مرور نظام‌مند، دوفصلنامه مطالعات مروری علوم ورزشی و تندرستی، دوره اول، شماره اول، ۸۹-۱۲۶

DOI: 10.22054/JSHSR.2025.82978.1007



Biannual Journal of Sport and Health Sciences Reviews is Licensed Under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License

