

مقایسه تأثیر اضافه نمودن روش درمانی مکمل با درمان رایج فیزیوتراپی در کمردرد ناشی از استئوآرتریت در زنان

دکتر سعید طالبیان، دکتر غلامرضا علیایی، شیوا موسوی، پگاه خواجهی، عاطفه طالبیان
گروه فیزیوتراپی، دانشگاه علوم پزشکی تهران

چکیده

مقدمه: کمردرد یکی از شایع ترین مشکلات ستون فقرات کمر در انسان است و نقش عضلات کمری و رفتار آن در حرکات روزمره از اهمیت خاصی برخوردار میباشد. رفتار حرکتی مناسب مفاصل ران و زانو در انجام حرکات نرم و بدون استرس بر اساس بیومکانیک می تواند سلامت حرکتی ستون فقرات را تامین کند، بطوریکه وجود حرکات دقیق و مناسب در مفاصل ران و زانو در زنجیره حرکتی با ستون فقرات کمری می تواند برآیند و تبدیل نیروهای وارده به مهره های کمری را مناسب تر و کارآمدتر در جهت افزایش بازده حرکتی نماید. این پژوهش نگرشی دارد بر میزان مداخله مفاصل مجاور ستون فقرات کمری در بهبود علائم در بیماران مبتلا به کمردرد و توجه به آن در درمان های فیزیکی.

مواد و روشها: تعداد ۵۰ بیمار خانم مبتلا به کمردرد با علت استئوآرتریت ستون فقرات کمری در این پژوهش شرکت کردند و به دو گروه کنترل و درمان مکمل تقسیم شدند. گروه کنترل تحت درمان فیزیوتراپی با روش رایج (گرمای سطحی، اولتراسوند، تنس، ورزشهای فلکسوری و اکستنسوری کمر) قرار گرفتند و گروه دوم کلیه مراحل درمانی گروه اول را به همراه درمان های تقویتی و استرچینگ عضلات مؤثر در حرکات ران و زانو (لاتیسیموس دورسی، ایلئوپسواس، گلوئتوس ماکزیموس، کوادریسپس و همسترینگ) را دریافت می کردند. دامنه حرکتی مفاصل کمر، ران و زانو توسط گونیامتر و درد حین حرکت ستون فقرات کمر در تمام محورها توسط مقیاس کمی درد (VAS) در قبل، بعد از جلسه پنجم و دهم جهت مقایسه اندازه گیری شدند.

یافته ها: در گروه اول دامنه حرکتی مفاصل ران، زانو قبل و بعد از درمان فیزیوتراپی تفاوت معنی داری را نشان ندادند ولی کاهش معنی داری بین جلسات قبل و دهم برای شاخص درد وجود دارد ($P < 0/05$) در حالیکه این کاهش در بین جلسات قبل و پنجم و همچنین پنجم و دهم معنی دار نیستند. همچنین افزایش مختصر و معنی داری در حرکات ستون فقرات کمری بین جلسات قبل و دهم بوجود آمد ($P < 0/05$). در گروه دوم دامنه حرکتی مفاصل ران، زانو و کمر و همچنین مقیاس درد در حرکات کمر قبل و بعد از درمان فیزیوتراپی تفاوت معنی داری را بین جلسات قبل و دهم و همچنین جلسات قبل و پنجم و نیز پنجم و دهم نشان دادند ($P < 0/05$). مقایسه دو گروه تفاوت معنی داری را بین قدرت عضلات در قبل و بعد از درمان به همراه نداشت ولی افزایش دامنه حرکتی ران، زانو و کمر بعد از فیزیوتراپی در گروه دوم بیشتر از گروه اول بود ($P < 0/05$). در بررسی اثر درمان فیزیوتراپی بر کاهش درد در حرکات ستون فقرات کمری گروه درمان مکمل بهبودی بیشتری را گزارش کردند ($P < 0/05$).

نتیجه گیری و توصیه ها: همراهی کاهش درد در سطح قابل قبول با بهبود حرکتی در مفاصل کمر، ران و زانو نشان میدهد که درد بیماران کمر دردی زمانی کاهش پیدا می کند که رفتار حرکتی در اندامهای تحتانی و کمر بطور همزمان به محدوده طبیعی نزدیک شوند. یعنی استرچ عضلات کوادریسپس، همسترینگ، گلوئتوس ماکزیموس و لاتیسیموس دورسی و تقویت آنها در کنار ورزشهای انتخابی ستون فقرات کمر، می تواند پاسخ بیماران به درمانهای ضد التهابی و تسکینی را بهتر کند.

مقدمه

ارتباط کمردرد با حرکات مکرر Flexion / Extension ستون فقرات و بلند کردن بار در فعالیت‌های روزمره ثابت شده است و بتدریج با بروز تغییرات مفصلی، زمینه مناسبی را برای فتق بین دیسکی ایجاد می‌نماید (۱). بر این اساس مشاهده ظاهری بیماران در سطح ساژیتال همراه با Flexion / Extension تنه یک قسمت مهم از مشاهده کلینیکی در کمردرد می‌باشد. مشاهده ساده ظاهری روش بسیار ضعیفی در این نوع از ارزیابی‌ها است و نمی‌تواند اطلاعات مناسبی را برای تشخیص و تعیین درگیری عوامل فعال (Hip – Spine interaction) بدهد. تقابل ران – فقرات (Hip – Spine interaction) یا ریتم کمری – لگنی (Lumbar – Pelvic rhythm) در بیماران مبتلا به کمردرد، در مرحله فلکشن و اکستنشن تنه در صفحه ساژیتال دچار اختلال می‌شود (۱). با استفاده از الکترومیوگرافی عضلات پاراسپاینال تفاوت مشخصی در فعالیت عضلانی ما بین بیماران کمردردی با افراد سالم مشاهده شد (۲، ۳). علی‌رغم همکاری عضلات اکستانسور ران نظیر گلوئوس ماکزیموس و بایسپس فموریس با اکستانسورهای ستون فقرات کمری مطالعات تأیید شده اندکی در این رابطه وجود دارد (۴). عضلات اکستانسور ستون فقرات در فاز اولیه حرکت اکستنشن کمر شل و ریلکس هستند بنابراین نقش عضلات مجاور ران بارزتر می‌شود. از آنجا که یکی از عضلات مهم در امر اکستنشن لگن، بایسپس فموریس است و این عضله بر روی زانو نیز اثر فلکشنی دارد لذا عملکرد مناسب این عضله در دو سر آن نقش مهمی در رفتار طبیعی ستون فقرات خواهد داشت. هرگونه کوتاهی (Contracture) و عدم انعطاف پذیری عضلات مجاور مفاصل ران که به نوعی در مکانیسم کمری – لگنی دخالت دارند می‌توانند سبب بروز ویا تشدید علائم کمردرد شوند (۵). قدرت عضلانی در رفتار ستون فقرات بدنال بلند کردن اجسام و انعطاف پذیری این عضلات و همچنین قابلیت دو نوع فعالیت Eccentric و Concentric بررسی‌هایی

هستند که انجام شده است و به نقش این عوامل در بروز کمر درد اشاره دارد (۶، ۷، ۸، ۹). کاربری ایزومتریک و داینامیک عضلات کمری و لگن نیز از عوامل مهم و مرتبط با عملکرد بهینه ستون فقرات کمری می‌باشد (۱۰). نقش فعالیت اکستانسورهای ران در حین حرکات فلکشن و اکستنشن بر کمردرد و توانبخشی آن نشان می‌دهد که در مراحل اولیه خم شدن به جلو عضلات پاراسپاینال کمر و بایسپس فموریس بطور هم زمان فعال می‌شوند و این فعالیت قبل از شروع بکار عضله گلوئوس ماکزیموس است و در خاتمه فلکشن و انجام اکستنشن تمام عضلات در گیر فعال هستند (۱۱). بررسی الکترومیوگرافی عضلات پاراسپاینال و لاتیسموس دورسی با استفاده از طیف فرکانس فعالیت عضلانی نشان داد که این دو عضله ارتباط خطی در انجام حرکات کمر دارند و در بیماران مبتلا به کمر درد بروز خستگی در این عضلات در مقایسه با افراد سالم سریعتر اتفاق می‌افتد (۱۲). میزان Extensibility و Stiffness عضله همسترینگ در بیست بیمار با کمردرد غیر اختصاصی در مقایسه با افراد سالم نشان داد که بیماران بطور معنی داری دچار کاهش دامنه حرکتی در زانو هستند و قابلیت انعطاف پذیری این عضله نیز کاهش قابل توجهی در مقایسه با افراد سالم دارد و این در حالی است که بررسی میزان Stiffness این عضله در بین دو گروه تفاوت معنی داری را نشان نداده است. بررسی فوق نشان می‌دهد که کاهش انعطاف پذیری و محدودیت حرکتی نمی‌تواند به دلیل تغییرات در میزان تونیسته و افزایش آن باشد بلکه تحمل استرچ عضله در این بیماران کم شده است (۱۳). بیماران دارای حرکت اکستنشن غیر فعال کمتری در ران نسبت به افراد سالم هستند و هر دو گروه زمانی که زانو به فلکشن ۸۰ درجه می‌رود دچار کاهش در اکستنشن ران در مقایسه با حالت بدون فلکشن زانو می‌شوند. همچنین در گروه سالم زاویه زانو روی اکستنشن ران در حالتی که ران در ابداکشن بود اثری ندارد. لذا تغییرات زاویه زانو در صفحه ساژیتال و تغییرات زاویه مفصل ران در صفحه فرونتال در حین آزمایش طول فلکسورهای ران می‌تواند بر روی دامنه حرکتی پاسیو ران اثر بگذارد (۱۴). علی‌رغم این تحقیقات هنوز ارتباط نسبی بین حرکات و

هر دو گروه ثابت و در روزهای زوج هفته صبح‌ها و به مدت ۱۰ جلسه بود.

الف - درمان فیزیوتراپی :

درمان فیزیوتراپی مشترک هر دو گروه شامل موارد زیر بود:

۱- ارزیابی :

- ارزیابی‌های مفاصل در قبل از جلسه نخست، بعد از جلسه پنجم و ده بصورت :

- ارزیابی دامنه حرکتی ستون فقرات بر اساس روشهای ارزیابی با متر نواری (حرکت و جابجایی نوک انگشتان به سمت زمین برای فلکشن و لترال فلکشن و فاصله پیشانی تا زمین در حالت دمر خوابیده برای اکستشن و فاصله زائده آکرومیون شانه هر طرف تا دیوار) در صفحات ساژیتال، فرونتال و ترانسورس.

- ارزیابی دامنه حرکتی مفاصل ران و زانو توسط گونیامتر.
- ارزیابی درد ستون فقرات در حین حرکت بر اساس .VAS

کلیه این ارزیابها توسط دو نفر بطور جداگانه انجام می‌شد. تکرار پذیری این نوع از ارزیابها به دلیل مداخله فردی در سطح بسیار بالایی نیست ولی با توجه به کاربردی بودن آن و عدم نیاز به تجهیزات پیچیده از آن استفاده می‌شود. در این بررسی به منظور اعتبار بخشیدن به آن، تکرار پذیری نتایج دو آزمونگر مورد آزمایش قرار گرفت که در سطح خوبی از نظر آماری قرار داشت.

۲- فیزیوتراپی :

- افزایش گردش خون زیرجلدی ناحیه کمر با اشعه مادون قرمز یا هات پک به مدت ۱۵ دقیقه.

- تسکین درد و کاهش اسپازم عضلات کمری با دستگاه TENS فرکانس پایین بین ۵ تا ۱۰ هرتز به مدت حداکثر ۱۵ دقیقه .

- کاهش التهاب مفاصل خلفی و کمک به ترمیم بافت نرم ناحیه کمر با دستگاه اولتراسوند ۳ مگا هرتز نوع پالس با شدت ۰/۵ وات به مدت ۵ دقیقه برای هر یک از دو سمت ستون فقرات کمری .

فعالیت عضلانی ران، زانو و ستون فقرات ناشناخته است و نیاز به ارزیابیهای بیشتری دارد.

مواد و روشها

وسایل و تجهیزات

متر نواری ۲- ترازو ۳- گونیامتر ۴- Visual Analog Pain Scale ۵ - دستگاه اشعه مادون قرمز یا هات پک ۶- دستگاه اولتراسوند (3 MHz) ۷ - دستگاه تحریک TENS

جامعه مورد مطالعه

بیماران خانم مبتلا به کمر درد در محدوده سنی ۵۰-۴۰ سال، با علت استئوآرتریت ستون فقرات کمری که در حین مراجعه درد داشته‌اند و در طی سال گذشته حداقل یکبار و حداکثر دوبار سابقه علائم کمر درد را داشته‌اند، در این پژوهش شرکت کردند این افراد با تشخیص ابتلا به استئوآرتریت ستون فقرات کمری بدون عوارض اعصاب محیطی و یا استئوآرتریت مفاصل ران، زانو و سایر مفاصل، تحت درمان فیزیوتراپی بودند. چنانچه عوارض ناشی از استئوآرتریت پیشرفته نظیر تنگی کانال و فشار بر اعصاب محیطی گزارش می‌شد و یا در حین تحقیق فردی از ادامه درمان منصرف می‌شد، از نمونه گیری حذف می‌شدند. لذا با توجه به محدوده انتخاب بیماران یا خروج آنها، این تحقیق بر روی ۵۰ داوطلب از کل مراجعین انجام گردید که بطور تصادفی پس از تکمیل فرم ویژه بدو گروه زیر تقسیم شدند :

الف - گروه کنترل که تحت درمان فیزیوتراپی با روش متداول قرار داشتند. این روش در اکثر کلینیکهای درمانی بر اساس اهداف درمانی، کاهش درد و افزایش انعطاف پذیری ستون فقرات می‌باشد و شامل حرارت سطحی، اولتراسوند، تحریکات الکتریکی کاهش دهنده درد نظیر TENS و ورزشهای تقویت کننده عضلات شکمی و کمری است. ب - گروه درمان مکمل شامل کلیه مراحل درمانی گروه اول به همراه درمانهای مفاصومی و استرچینگ عضلات مؤثر در حرکات ران و زانو بود. تعداد جلسات درمان فیزیوتراپی برای

پذیری نتایج ارزیابی بصورت Inter-rater و Intra-rater برای گونیامتری مفاصل در محدوده بین ۸۰ تا ۸۵ درصد بدست آمد. نتایج قبل از شروع درمان نشان داد که رابطه مثبت و معنی داری بین سن و شاخص جرم بدن با درد در حرکات ستون فقرات کمری وجود دارد. بین درجه بروز درد با دامنه حرکتی ستون فقرات رابطه منفی و معنی داری در بین این افراد دیده شد (جدول ۱). پس از تقسیم افراد به دو گروه و شروع درمان فیزیوتراپی، با ارزیابی مجدد در یک روز بعد از جلسه پنجم و دهم، نتایج برای هر یک از دو گروهها بطور جداگانه و در نهایت مقایسه دو گروه با هم به شرح زیر انجام شد.

الف - گروه کنترل (درمان رایج فیزیوتراپی)

تعداد ۲۵ بیمار با میانگین سنی و شاخص جرم بدن (BMI) مطابق با جدول شماره ۲ در این گروه قرار گرفتند. مقادیر دامنه حرکتی مفاصل ران، زانو و کمر آنان و همچنین مقیاس درد در حرکات کمر قبل و بعد از درمان فیزیوتراپی ثبت شدند. با استفاده از آزمون توزیع نرمال و کسب آن مقادیر فوق با روش ارزیابی T-Test مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

- ورزش و انجام حرکت درمانی جهت افزایش قدرت عضلات شکمی با استفاده از ورزشهای ویلیامز برطبق شرایط بیمار با افزایش تدریجی در جلسات درمانی.

- آموزش و انجام ورزشهای ایزومتریک اکستنشن ستون فقرات برای بالا بردن توان و قدرت عضلات پاراسپاینال.

ب - درمان فیزیوتراپی مکمل:

در این گروه بیماران علاوه بر درمانهای مشترک، ورزشهای بر خلاف جاذبه و استرچینگ را جهت عضلات شرکت کننده در حرکات لگن، ران و زانو نظیر کوادریسپس، همسترینگ، ایلئوپسواس، لاتیسموس دورسی و گلوئوسها دریافت می کردند.

یافته ها

تعداد ۵۰ زن مبتلا به کمر درد با علت استئوآرتریت ستون فقرات کمری در محدوده سنی ۴۰ تا ۵۰ سال با میانگین و انحراف معیار ۵۸ / ۴ ± ۸۶ / ۴۳ در این تحقیق شرکت کردند، که بطور تصادفی در دو گروه درمانی مساوی قرار گرفتند. تکرار

جدول ۱- رابطه بین مقادیر متغیرهای بدست آمده در ۵۰ بیمار مبتلا به کمر درد در قبل از شروع درمان فیزیوتراپی.

ROM Rot	ROM LatFle	ROM Fle	ROM Ext	BMI	سن	
۰ / ۵۸ ***	۰ / ۶۳ ***	۰ / ۴۹ ***	۰ / ۳۵ *	--	۰ / ۴۹ ***	VAS LatFle
۰ / ۴۷ ***	۰ / ۶۷ ***	۰ / ۵۱ ***	۰ / ۴۱ **	۰ / ۳۳ *	۰ / ۴۸ ***	VAS Rot
--	۰ / ۴۳ ***	۰ / ۸۳ ***	۰ / ۵۱ ***	۰ / ۳۰ *	--	VAS Ext
--	۰ / ۳۸ ***	۰ / ۶۶ ***	۰ / ۵۴ ***	--	--	VAS Fle
--	--	۰ / ۳۳ *	--	--	--	BMI

BMI (شاخص جرم بدن) - ROM Ext (دامنه راست شدن ستون فقرات کمری) - ROM Fle (دامنه خم شدن ستون فقرات کمری) ROM LatFle (دامنه خم شدن به طرفین ستون فقرات کمری) - ROM Rot (دامنه چرخش ستون فقرات کمری) - VAS Lat Fle (مقیاس درد در حرکت خم شدن به طرفین ستون فقرات کمری) - VAS Rot (مقیاس درد در حرکت چرخش به طرفین ستون فقرات کمری) - VAS Ext (مقیاس درد در حرکت راست شدن ستون فقرات کمری) - VAS Fle (مقیاس درد در حرکت خم شدن ستون فقرات کمری) - P<0.05 *, P<0.005 **, P<0.0005 ***.

جدول ۲- میانگین (انحراف معیار) مشخصات فردی بیماران کمردردی در گروه اول

BMI	وزن (کیلوگرم)	قد (سانتیمتر)	سن (سال)	میانگین (انحراف معیار)
۲۳ / ۱۸ (۱ / ۰۳)	۷۴ / ۸۴ (۲ / ۸۵)	۱۶۶ / ۳۸ (۴ / ۷۱)	۴۳ / ۸۴ (۴ / ۵۷)	

جدول ۳- میانگین (انحراف معیار) تغییرات دامنه حرکتی مفاصل بدنبال درمان فیزیوتراپی در گروه اول برحسب درجه.

دامنه حرکتی مفصل زانو		دامنه حرکتی مفصل ران				
Ext	Fle	Ext	Fle	Abd	Add	
۱۹/۴۰	۹۰ / ۷۶	۱۱/۰۴	۹۸/ ۹۲	۲۰/۸۰	۱۳/۴۰	قبل از درمان
(۱۰/۹۲)	(۶ / ۶۲)	(۳/۶۲)	(۵/۲۰)	(۶/۹۶)	(۵/۲۰)	
۱۸/۹۶	۹۳/۰۴	۱۱/۷۶	۱۰۰/۶۰	۲۱/۵۶	۱۴/۴۸	جلسه پنجم
(۱۰/۸۱)	(۸/۴۹)	(۳/۶۰)	(۵/۰۶)	(۶/۶۳)	(۵/۹۵)	
۱۸/۰۸	۹۳/۶۴	۱۲/۵۰	۱۰۳/۰۰	۲۱/۹۶	۱۵/۰۵	جلسه دهم
(۱۰/۶۷)	(۸/۲۱)	(۳/۴۷)	(۶/۱۸)	(۶/۰۹)	(۵/۹۲)	

Ext (باز شدن مفصل) - Fle (خم شدن مفصل) Add (نزدیک شدن ران به خط میانه) - Abd (دور شدن ران از خط میانه)

جدول ۴- میانگین (انحراف معیار) متغیرهای ناحیه کمری، قبل و بعد از درمان فیزیوتراپی در گروه اول .

جلسه دهم	جلسه پنجم	قبل از درمان		
۳۰/۰۸ (۷/۲۷)	۲۸/۱۲ (۶/۸۹)	۲۷/۵۲ (۶/۸۶)	ROM Fle	دامنه حرکتی ستون فقرات
۱۴/۹۶ (۶/۹۱)	۱۳/۶۸ (۶/۸۱)	۱۳/۲۰ (۷/۲۷)	ROM Ext	کمر
۱۴/۴۰ (۴/۲۵)	۱۳/۰۴ (۴/۱۳)	۱۲/۶۸ (۳/۷۸)	ROM Rot	(برحسب سانتیمتر)
۷/۲۷ (۴/۱۵)	۹/۸۴ (۴/۰۳)	۱۰/۳۶(۲/۶۵)	چپ	
۱۲/۰۸(۳/۴۹)	۱۰/۷۶(۳/۲۰)	۱۰/۲۰(۲/۹۷)	ROM Lat Fle	راست
۵/۹۷ (۴/۳۸)	۸/۶۴ (۴/۰۱)	۹/۰۱(۲/۱۱)	چپ	
۷/۶۸ (۱/۲۴) *	۸/۶۰ (۰/۸۶)	۹/۰۴ (۰/۸۴)	VAS Fle	مقیاس درد در حین
۷/۳۶ (۱/۵۵) *	۸/۳۲ (۰/۹۸)	۹/۲۰ (۰/۸۲)	VAS Ext	حرکت ستون فقرات
۵/۹۶ (۱/۷۹) *	۶/۹۶ (۱/۵۱)	۷/۶۴ (۱/۶۰)	راست	کمری
۳/۳۲ (۱/۳۸) *	۴/۷۵ (۱/۲۳)	۵/۱۰ (۲/۰۱)	VAS Rot	چپ
۵/۷۲ (۱/۹۹) *	۶/۷۲ (۱/۷۳)	۷/۲۴ (۱/۸۳)	راست	
۴/۰۳ (۱/۳۱)	۴/۴۲ (۱/۴۲)	۵/۴۶ (۱/۲۱)	VAS Lat Fle	چپ

ROM Ext (دامنه راست شدن ستون فقرات کمری) - ROM Fle (دامنه خم شدن ستون فقرات کمری) ROM LatFle (دامنه خم شدن به طرفین ستون فقرات کمری) - ROM Rot (دامنه چرخش ستون فقرات کمری) - VAS Ext (مقیاس درد در حرکت راست شدن ستون فقرات کمری) - VAS Fle (مقیاس درد در حرکت خم شدن ستون فقرات کمری) - VAS Lat Fle (مقیاس درد در حرکت خم شدن به طرفین ستون فقرات کمری) - VAS Rot (مقیاس درد در حرکت چرخش به طرفین ستون فقرات کمری). تفاوت معنی داری بین قبل و جلسه دهم در مقیاس درد بوجود آمد. * P<0.05.

جدول ۵- میانگین (انحراف معیار) درصد تغییرات مقیاس درد حین حرکات کمر، گروه اول

VAS LatFle		VAS Rot		VAS Fle	VAS Ext	
چپ	راست	چپ	راست			
- ۷/۵۲	- ۷/۰۱	- ۷/۹۸	- ۸/۶۷	- ۴/۵۶	- ۹/۲۰	درصد اختلاف بین قبل و
(۱۲/۲۳)	(۱۱/۷۶)	(۹/۴۲)	(۱۰/۶۷)	(۸/۳۴)	(۱۰/۹۲)	بعد از جلسه پنجم
- ۷/۹۶	- ۸/۶۷	- ۱۳/۴۷ *	- ۱۴/۱۸ *	- ۱۰/۵۶ *	- ۱۱/۷۱	درصد اختلاف بین بعداز
(۱۱/۳۴)	(۱۰/۵۶)	(۱۵/۰۶)	(۱۹/۳۶)	(۱۲/۱۹)	(۱۳/۷۶)	جلسه پنجم و جلسه دهم

VAS Ext (مقیاس درد در حرکت راست شدن ستون فقرات کمری) - VAS Fle (مقیاس درد در حرکت خم شدن ستون فقرات کمری) (مقیاس درد در حرکت خم شدن به طرفین ستون فقرات کمری) - VAS Rot (مقیاس درد در حرکت چرخش به طرفین ستون فقرات کمری). تفاوت معنی داری بین پنج جلسه نخست و دوم در تعدادی از درصد کاهش درد بیماران (علامت -) ملاحظه شد. $P < 0.05$ همچنین همبستگی مثبتی بین کاهش درد در حین حرکت بدنبال درمان در حرکات خم شدن بجلو و باز کردن ستون فقرات کمری دیده شد ($P = 0.01$ و $r = 0.49$).

نرمال نشان داد که کلیه مقادیر در قبل از درمان دارای یک توزیع طبیعی هستند. با استفاده از آزمون Paired T- Test، نتایج نشان دادند که تفاوت معنی داری برای کاهش درد بین جلسات قبل و دهم و همچنین جلسات قبل و پنجم و نیز پنجم و دهم معنی دار هستند. در این گروه نیز تفاوت معنی داری در قدرت عضلات مشاهده نشد و عضلات در قبل از درمان حد طبیعی بودند. تغییرات قابل قبولی در افزایش دامنه حرکتی ران و زانو در این گروه دیده شد. در عین حال افزایش معنی داری در حرکات ستون فقرات کمری بین جلسات قبل و پنجم و دهم بوجود آمد (جدول ۸ و ۷).

مقایسه در صد تغییرات بوجود آمده در کاهش درد بیماران بدنبال درمان فیزیوتراپی مکمل، نشان داد که تفاوت معنی داری بین درصد بهبودی در ۵ جلسه نخست با ۵ جلسه دوم، وجود دارد (جدول ۹).

همچنین همبستگی مثبتی بین درد در حین حرکت بدنبال درمان و حرکات مفاصل ران، زانو و کمر دیده شد (جدول ۱۰).

نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری برای کاهش درد بین جلسات قبل و دهم وجود دارد در حالیکه این کاهش در بین جلسات قبل و پنجم و همچنین پنجم و دهم معنی دار نیستند. همچنین قدرت عضلات مختلف نیز تفاوت معنی داری را در قبل و بعد از درمان نشان ندادند و تغییرات مهمی در افزایش دامنه حرکتی ران و زانو در این گروه دیده نشد، ولی افزایش مختصر و معنی داری در حرکات ستون فقرات کمری بین جلسات قبل و دهم بوجود آمد (جدول ۴ و ۳).

مقایسه در صد تغییرات بوجود آمده در کاهش درد بیماران بدنبال درمان فیزیوتراپی رایج. نشان داد که تفاوت معنی داری بین درصد بهبودی در ۵ جلسه نخست با ۵ جلسه دوم، در حین خم شدن به جلو و چرخش به طرفین وجود دارد (جدول ۵).

ب - گروه آزمایش (درمان فیزیوتراپی مکمل)

مشابه با گروه اول تعداد ۲۵ بیمار مطابق با جدول شماره ۶ در این گروه قرار گرفتند. دامنه حرکتی مفاصل ران، زانو و کمر آنان و همچنین مقیاس درد در حرکات کمر قبل و بعد از درمان فیزیوتراپی نظیر گروه کنترل ثبت شدند. آزمون توزیع

جدول ۶- میانگین و انحراف معیار مشخصات فردی بیماران کمردردی در گروه دوم.

BMI	وزن	قد	سن	میانگین (انحراف معیار)
۲۳ / ۲۸ (۱ / ۳۴)	۷۱ / ۱۲ (۳ / ۷۱)	۱۶۴ / ۸۸ (۵ / ۹۲)	۴۳ / ۸۸ (۴ / ۶۵)	

جدول ۷- میانگین (انحراف معیار) تغییرات دامنه حرکتی مفاصل، قبل و بعد از درمان فیزیوتراپی در گروه دوم برحسب درجه .

دامنه حرکتی مفصل ران		دامنه حرکتی مفصل زانو				
Ext	Fle	Ext	Fle	Abd	Add	
۲۴/۰۰	۹۰ / ۲۸	۱۰/۰۰	۱۰۴/ ۰۸	۱۹/۸۸	۱۲/۸۴	قبل از درمان
(۱۲/۸۲)	(۷ / ۲۲)	(۳/۳۰)	(۶/۲۴)	(۶/۷۴)	(۴/۸۶)	
۱۷/۵۲ *	۹۳/۳۲ *	۱۳/۰۸ *	۱۰۸/۰۰ *	۲۲/۳۲ *	۱۶/۶۰ *	جلسه پنجم
(۱۲/۴۵)	(۸/۶۷)	(۴/۱۰)	(۵/۸۷)	(۶/۷۱)	(۵/۶۷)	
۹/۹۲ ***	۱۰۲/۱۶ ***	۱۵/۸۴ **	۱۱۱/۵۶ **	۲۶/۱۲ **	۲۰/۵۶ **	جلسه دهم
(۱۰/۵۳)	(۹/۲۰)	(۲/۹۵)	(۵/۱۴)	(۶/۴۰)	(۶/۸۱)	

Ext (باز شدن مفصل) - Fle (خم شدن مفصل) Add (نزدیک شدن ران به خط میانه) - Abd (دور شدن ران از خط میانه)

تفاوت معنی داری بین جلسات قبل و پنجم و همچنین بین قبل و جلسه دهم درمان وجود دارد .

*** P<0.0005 **, P<0.005 *, P<0.05 .

جدول ۸- میانگین (انحراف معیار) متغیرهای ناحیه کمری، قبل و بعد از درمان فیزیوتراپی در گروه دوم .

جلسه دهم	جلسه پنجم	قبل از درمان		
۴۷/۰۰ (۱۳/۹۴) *	۳۹/۶۴ (۱۱/۱۷)	۳۳/۲۰ (۱۲/۰۳)	ROM Fle	دامنه حرکتی ستون فقرات کمر
۱۹/۲۸ (۴/۰۹) *	۱۴/۸۴ (۳/۷۰) *	۱۱/۰۸ (۳/۷۱)	ROM Ext	(برحسب سانتیمتر)
۱۸/۶۴ (۴/۳۲) *	۱۳/۹۶ (۳/۹۸) *	۹/۸۸ (۳/۵۷)	ROM Rot	راست
۱۹/۲۰ (۴/۸۵) *	۱۳/۳۸ (۴/۲۱) *	۱۰/۸۵(۴/۰۵)	چپ	
۱۸/۳۲(۵/۲۴) *	۱۳/۶۴(۴/۳۳) *	۱۰/۴۴(۳/۷۷)	ROM Lat Fle	راست
۱۸/۴۵ (۴/۷۸) *	۱۴/۲۱ (۴/۲۵) *	۱۱/۲۰(۴/۱۹)	چپ	
۵/۲۸ (۱/۷۹) *	۷/۰۴ (۱/۳۹)	۸/۶۸ (۱/۱۴)	VAS Fle	مقیاس درد در حین حرکت
۵/۱۲ (۲/۱۲) *	۶/۷۶ (۲/۰۶) *	۸/۱۲ (۱/۷۶)	VAS Ext	ستون فقرات کمری
۴/۲۴ (۱/۹۲) *	۵/۵۶ (۱/۸۹) *	۷/۱۶ (۲/۰۳)	راست	
۳/۸۲ (۱/۱۵) *	۵/۲۵ (۱/۲۹) *	۷/۱۳ (۲/۴۲)	VAS Rot	چپ
۳/۸۸ (۱/۹۸) *	۵/۳۶ (۱/۷۲)	۶/۹۲ (۱/۸۹)	راست	
۳/۶۷ (۱/۷۶) *	۵/۴۷ (۱/۸۵)	۶/۶۵ (۱/۹۴)	VAS Lat Fle	چپ

جدول ۹- میانگین (انحراف معیار) درصد تغییرات مقیاس درد حین حرکات کمر، گروه دوم.

VAS LatFle		VAS Rot		VAS Fle	VAS Ext	
چپ	راست	چپ	راست			
- ۲۷/۱۲	- ۲۲/۸۱	- ۲۷/۴۸	- ۲۳/۴۲	- ۱۸/۹۴	- ۱۷/۷۷	درصد اختلاف بین قبل و
(۱۰/۲۸)	(۱۱/۱۴)	(۹/۴۲)	(۱۱/۷۷)	(۱۲/۸۵)	(۱۴/۷۵)	بعد از جلسه پنجم
- ۴۷/۲۷ *	- ۴۶/۲۳ *	- ۴۶/۳۷ *	- ۴۳/۳۱ *	- ۳۹/۷۸ *	- ۳۸/۸۱ *	درصد اختلاف بین بعداز
(۱۱/۲۷)	(۱۹/۴۸)	(۱۱/۰۱)	(۱۳/۷۸)	(۱۸/۲۸)	(۱۸/۳۹)	جلسه پنجم و جلسه دهم

VAS Ext (مقیاس درد در حرکت راست شدن ستون فقرات کمری) - VAS Fle (مقیاس درد در حرکت خم شدن ستون فقرات کمری) VAS Lat Fle (مقیاس درد در

حرکت خم شدن به طرفین ستون فقرات کمری) - VAS Rot (مقیاس درد در حرکت چرخش به طرفین ستون فقرات کمری) .

تفاوت معنی داری بین پنج جلسه نخست و دوم در میزان درصد کاهش درد بیماران (علامت -) ملاحظه شد. * P<0.05

ج - مقایسه دو گروه از درمان فیزیوتراپی

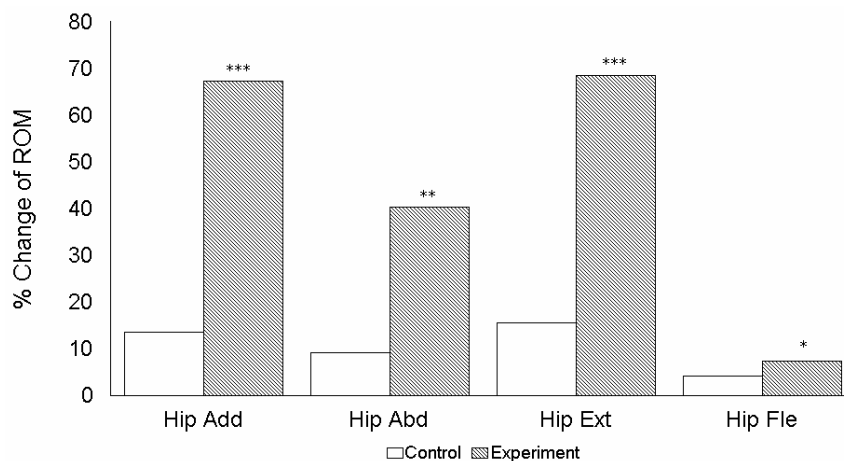
با مقایسه دو گروه در قبل از شروع درمان مشخص شد بین وزن، BMI، میزان دامنه حرکتی در مفاصل زانو، و ستون فقرات تفاوت معنی داری وجود دارد ($P < 0.05$). لذا جهت مقایسه دو گروه با هم پس از محاسبه میزان اختلاف بوجود آمده در حین درمان و نرمالایز کردن اختلاف برحسب میزان مقادیر در قبل از شروع درمان برای هر فرد از دو گروه، ارزیابی با روش Independent T-Test انجام شد.

نتایج نشان داد که تفاوت معنی داری بین قدرت عضلات در قبل و بعد از درمان در هر دو گروه و بین دو گروه وجود ندارد ولی افزایش دامنه حرکتی ران و زانو، بعد از جلسات کامل فیزیوتراپی (پس از ده جلسه) بین دو روش درمانی وجود دارد (شکل‌های ۱ و ۲). همچنین این تفاوت در مورد دامنه حرکتی ناحیه کمر نظیر خم شدن بجلو (Fle)، راست شدن کمر (Ext)، متوسط چرخش به طرفین (Rot) و متوسط خم شدن به طرفین (Lat Fle) معنی دار بوده است (شکل ۳).

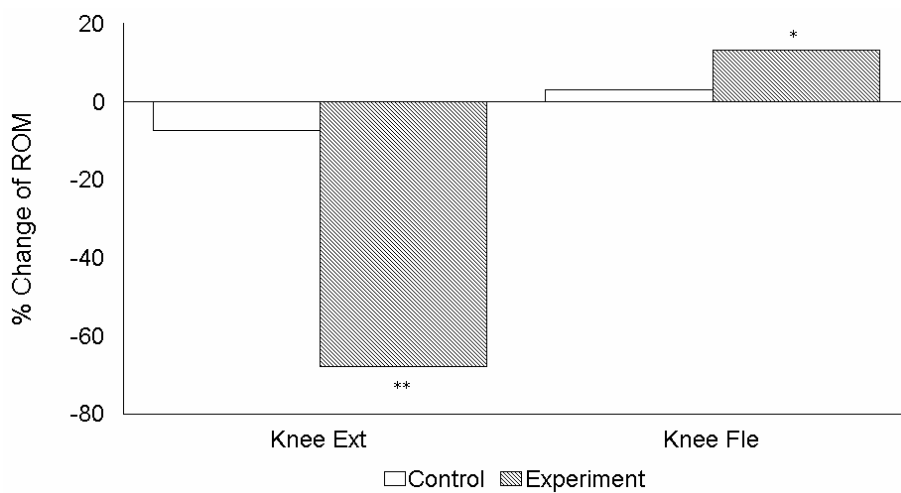
جدول ۱۰- رابطه بین درصد بهبود درد از جلسه نخست تا آخر جلسه دهم با درصد افزایش دامنه حرکتی مفاصل ران، زانو و کمر در گروه درمان مکمل

Knee Fle	Knee Ext	Hip Fle	Hip Ext	ROM Rot	ROM LatFle	ROM Fle	ROM Ext	
--	--	۰/۴۶ *	--	۰/۴۸ *	۰/۴۸ *	--	--	VAS LatFle
--	۰/۴۳ *	--	--	۰/۴۶ *	۰/۴۳ *	--	--	VAS Rot
--	۰/۴۷ *	--	--	--	--	--	۰/۶۸ *	VAS Ext
۰/۵۳ *	--	--	۰/۴۵ *	--	--	۰/۵۶ *	--	VAS Fle

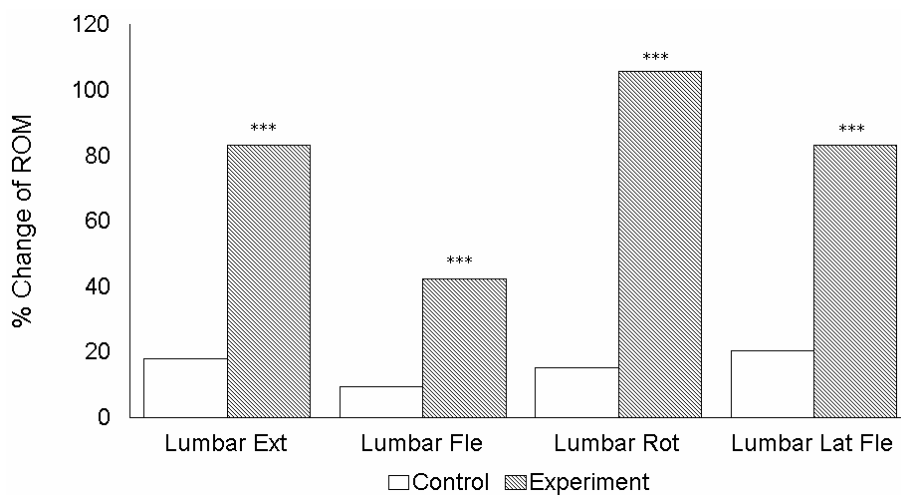
ROM Ext (دامنه راست شدن ستون فقرات کمری) - ROM Fle (دامنه خم شدن ستون فقرات کمری) - ROM LatFle (دامنه خم شدن به طرفین ستون فقرات کمری) - ROM Rot (دامنه چرخش ستون فقرات کمری) - VAS Lat Fle (مقیاس درد در حرکت خم شدن به طرفین ستون فقرات کمری) - VAS Rot (مقیاس درد در حرکت خم شدن به طرفین ستون فقرات کمری) - VAS Ext (مقیاس درد در حرکت راست شدن ستون فقرات کمری) - VAS Fle (مقیاس درد در حرکت خم شدن ستون فقرات کمری). $P < 0.05$ *.



شکل ۱- میانگین درصد تغییرات دامنه حرکتی مفصل ران قبل و بعد از جلسه دهم. تفاوت معنی داری بین دو گروه در افزایش دامنه حرکتی ملاحظه می‌شود. $P < 0.0005$ ***, $P < 0.05$ *, $P < 0.005$ **.



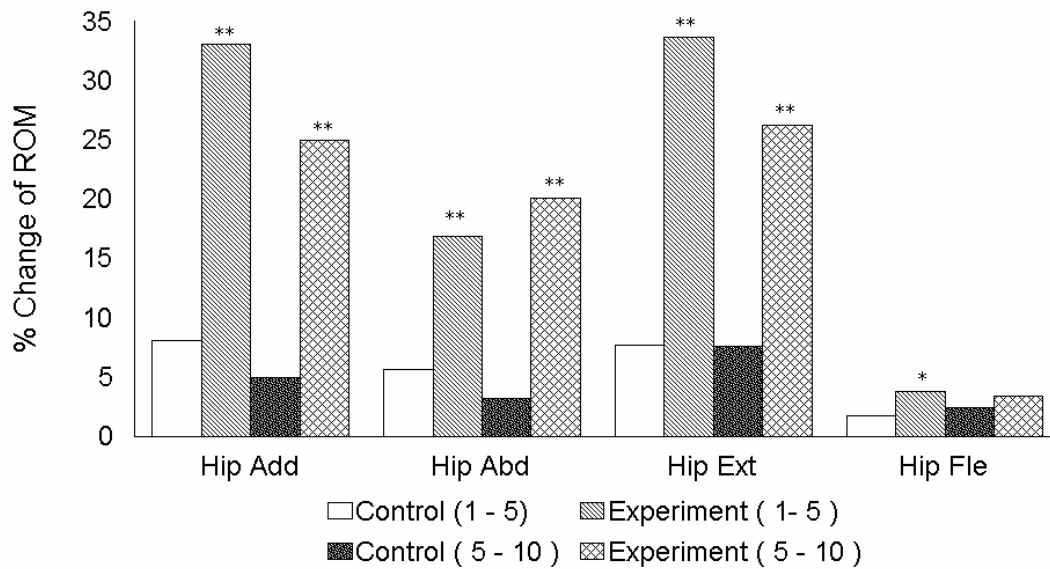
شکل ۲- میانگین درصد تغییرات دامنه حرکتی مفصل زانو قبل و بعد از جلسه دهم. تفاوت معنی داری بین دو گروه در افزایش دامنه حرکتی ملاحظه می شود... $P < 0.05$ *, $P < 0.005$ **, $P < 0.0005$ ***.



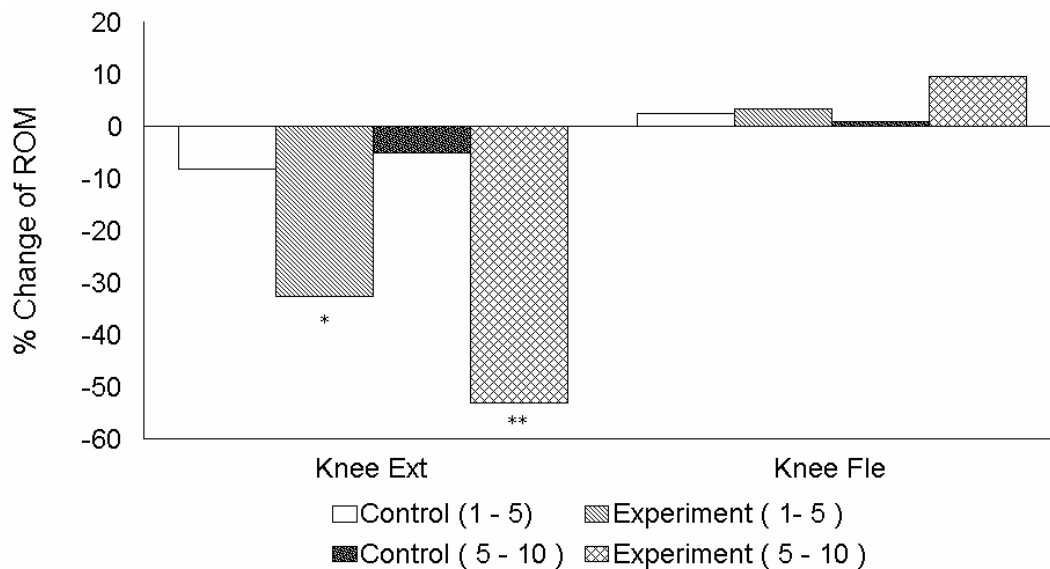
شکل ۳- میانگین درصد تغییرات دامنه حرکتی ستون فقرات کمری، قبل و بعد از جلسه دهم. تفاوت معنی داری بین دو گروه در افزایش دامنه حرکتی ملاحظه می شود... $P < 0.0005$ ***.

در مقایسه دو مرحله، مشخص شد گروهی که درمان مکمل را دریافت داشته‌اند بهبودی بیشتری را نسبت به گروه کنترل کسب نموده‌اند (شکل‌های ۴، ۵، ۶).

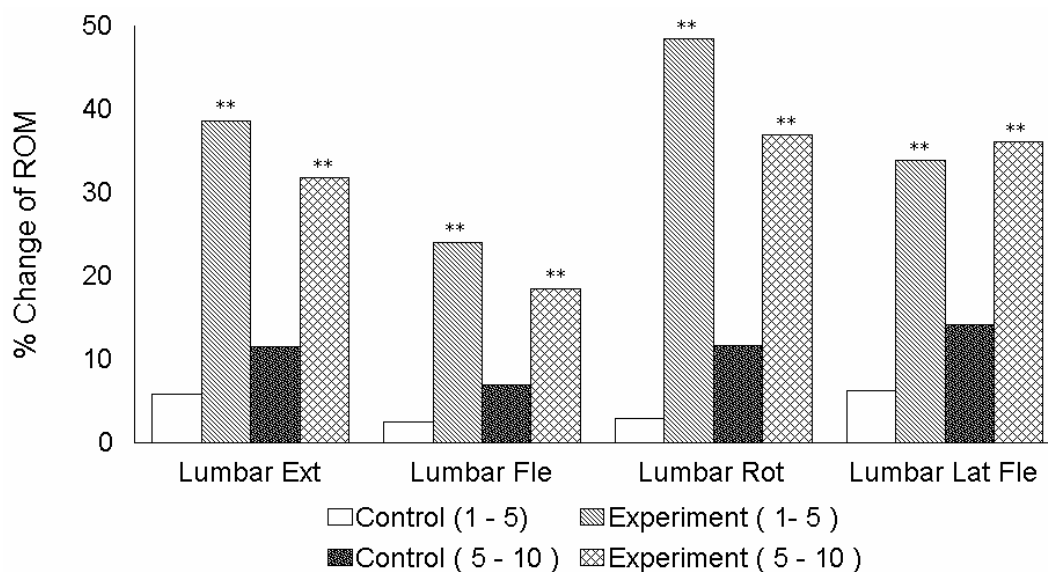
مقایسه تأثیر درمان فیزیوتراپی بر افزایش دامنه حرکتی مفاصل، بین پنج جلسه نخست (قبل و بعد از پنج) و پنج جلسه دوم (پنج و بعد از ده) مشخص شد که در گروه دوم تأثیر درمان بیشتر در پنج جلسه اول بوده است در حالیکه در گروه کنترل اثر درمان در نیمه دوم نمود بیشتری داشته است.



شکل ۴- مقایسه میانگین درصد تغییرات دامنه حرکتی مفصل ران، در دو مرحله از درمان و بین دو گروه. تفاوت معنی داری بین دو گروه در مراحل درمان وجود دارد. $P < 0.05$ *, $P < 0.005$ **.



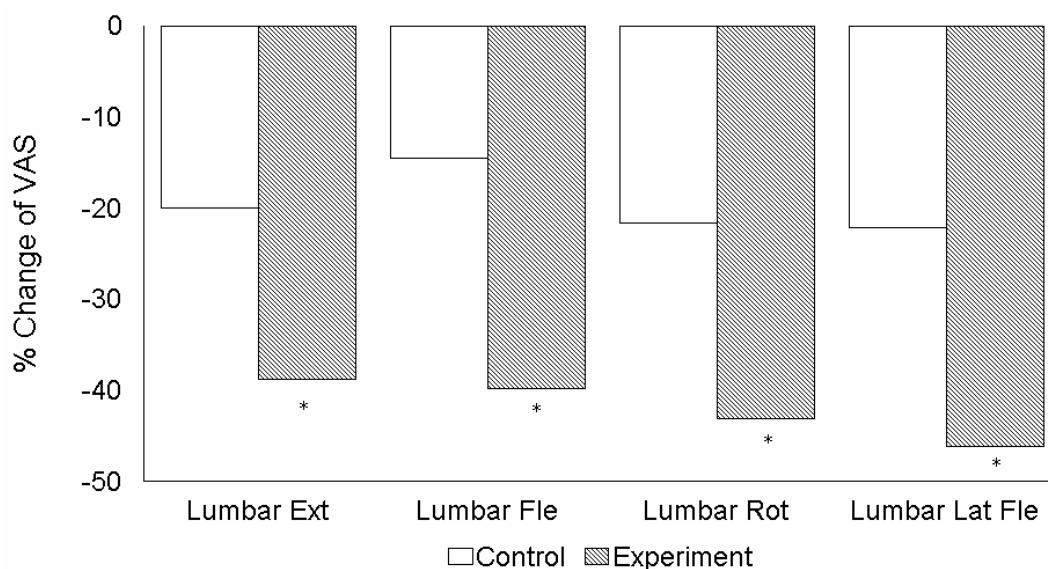
شکل ۵- مقایسه میانگین درصد تغییرات دامنه حرکتی مفصل زانو، در دو مرحله از درمان و بین دو گروه. تفاوت معنی داری بین دو گروه در مراحل درمان در کاهش محدودیت در اکستنشن وجود دارد. $P < 0.05$ *, $P < 0.005$ **.



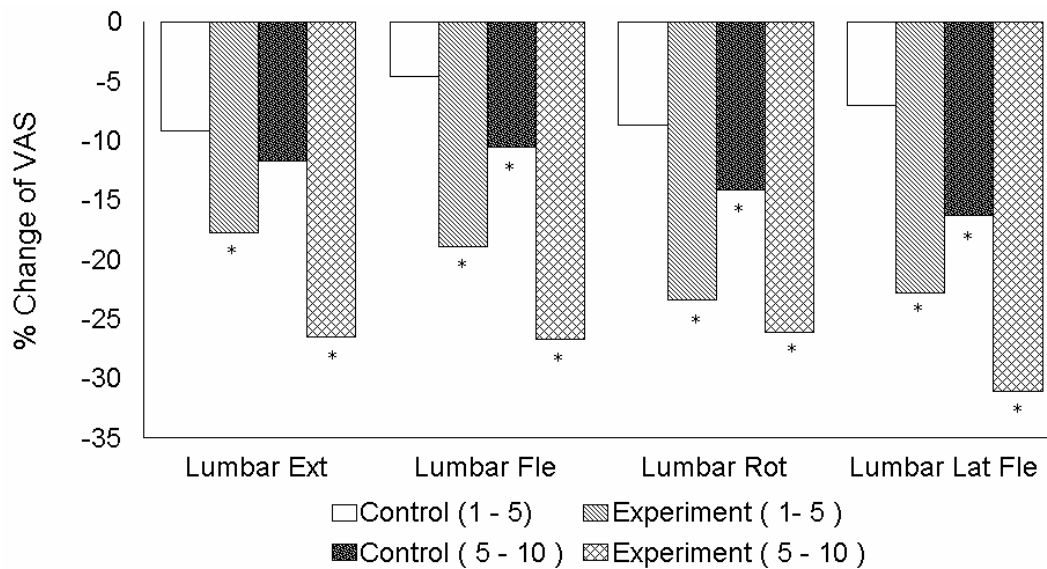
شکل ۶- مقایسه میانگین درصد تغییرات دامنه حرکتی ستون فقرات کمر، در دو مرحله از درمان و بین دو گروه. تفاوت معنی داری بین دو گروه در مراحل درمان در افزایش دامنه حرکتی وجود دارد. $P < 0.005$ **.

طول مدت درمان، یعنی پنج جلسه نخست و دوم ملاحظه می‌گردد که در هر دو گروه درمان، اثر درمان در پنج جلسه دوم دیده می‌شود (شکل‌های ۷ و ۸).

در بررسی اثر درمان فیزیوتراپی بر کاهش درد در حرکات ستون فقرات کمری، بر اساس مقیاس سنجش درد (VAS)، مشاهده شد که در گروه درمان مکمل در مدت ده جلسه درمان، بیماران بهبودی بیشتری را به صورت درصد کاهش درد گزارش می‌کنند. همچنین در مقایسه دو مرحله از



شکل ۷- مقایسه میانگین درصد کاهش درد در حین حرکت ستون فقرات کمر، در کل مدت درمان دو گروه. تفاوت معنی داری بین دو گروه در میزان درصد کاهش درد وجود دارد. $P < 0.05$ *.



شکل ۸- مقایسه میانگین درصد کاهش درد در حین حرکت در جهات مختلف ستون فقرات کمر، در دو مرحله از درمان و بین دو گروه مختلف. تفاوت معنی داری بین دو گروه در مراحل درمان و بین دو مرحله در کاهش درد دیده می‌شود. * $P < 0.05$.

بروز درد در جهت مخالف حرکت گردد، به نحوی که در محدودیت حرکت در فلکشن یا خم شدن به جلو رابطه منفی و بسیار بالایی با درد در حین اکستنشن نشان می‌دهد و $(P = ۰/۰۰۰۵, r = - ۰/۸۳)$. کاهش حرکت در حرکات خم شدن طرفی (Lateral Flexion) و چرخش به طرفین (Rotation) دارای ارتباط منفی و بالایی با مقیاس درد در همان جهات بود که این امر بویژه زمانی مفهوم پیدا می‌کند که بدانیم این حرکات بطور توأم در سگمانهای مهره‌ای اتفاق می‌افتد و همواره چرخش به یک سمت همراه با انحراف طرفی به همان سمت است. به دلیل انجام درمانهای استرچینگ یا کششی برای گروه یک که درمانهای متداول را دریافت می‌داشتند تفاوت معنی داری در افزایش حرکات مفاصل ران و زانو دیده نشد. حرکات در محدوده ستون فقرات کمری در این دسته از بیماران علی‌رغم کاهش معنی دار درد آنها بعد از اتمام فیزیوتراپی به روش رایج افزایش قابل ملاحظه‌ای پیدا نکرد و از نظر آماری معنی دار نبود. این امر نشان می‌دهد که درد به تنهایی نمی‌توانسته است سبب کاهش دامنه حرکتی در ستون فقرات کمری این بیماران بشود، بلکه این کاهش یک

بحث

در ارزیابی تمامی بیماران در قبل از شروع درمان رابطه معنی داری بین سن و شاخص جرم بدن با مقیاس درد کمر در حین حرکات چرخشی و خم شدن به طرفین مشاهده شد که این مطلب موید بروز تغییرات در مفاصل خلفی با افزایش سن و چاقی است. به عبارتی دیگر در افراد مسن تر و چاق تر درد ستون فقرات در ناحیه کمری بیشتر شامل حرکات انجام شده در صفحات ترانسورس و کروئال می‌شود. همچنین رابطه معنی داری بین چاق بودن افراد و حرکت در جهت برگشت از خم شدن به جلو (Flexion)، دیده شد. این درد می‌تواند ناشی از فشار نیروهای کمپرسن به مفاصل ستون فقرات و ناهماهنگ بودن ریتم کمری لگنی باشد. وجود رابطه مستقیم ولی منفی بین مقیاس سنجش درد و میزان دامنه حرکتی کمر حکایت از آن دارد که این بیماران تنها به دلیل درد نیست که توانایی انجام حرکات کامل در کلیه محورهای حرکتی را از دست می‌دهند، بلکه محدودیت حرکتی نیز می‌تواند سبب

ساختار اولیه دارد و چه بسا خود آن سبب درد در شرایط خاص حرکتی می‌گردد. در گروه کنترل یا درمانهای رایج بیشترین اثر درمان در تسکین درد بیماران از جلسه پنجم به بعد دیده شد. به عبارت دیگر اثر درمانهای تسکینی نظیر TENS و حرارت درمانی یا اولتراسوند بعد از گذشت پنج جلسه کامل درمانی شروع می‌شود. در حالیکه در گروه مداخله با درمان مکمل شاهد افزایش معنی داری در بهبود حرکتی در مفاصل ذکر شده در بعد از جلسه پنجم به بعد بودیم. علاوه بر این، درد بیماران نیز در حین حرکات ستون فقرات از جلسه پنجم به همراه افزایش دامنه حرکتی بر خلاف گروه اول، کاهش معنی داری یافت. همراهی کاهش درد در سطح قابل قبول با بهبود حرکتی در مفاصل کمر، ران و زانو نشان می‌دهد که درد بیماران کمر دردی زمانی کاهش پیدا می‌کند که رفتار حرکتی در اندامهای تحتانی و کمر بطور همزمان به محدوده طبیعی نزدیک شوند. اما مورد قابل ذکر حضور و وجود محدودیت حرکتی در این بیماران است که نشان می‌دهد کمر درد می‌تواند حتی با علت استئوآرتریت ستون فقرات همراه با کاهش حرکتی در مفاصل ران و زانو باشد به شرطی که کلیه این بیماران تاریخچه‌ای از درد و بروز استئوآرتریت در سایر مفاصل منجمله زانو و ران ارائه ندهند. اینکه درد در ناحیه کمر به علت وضعیت ضد درد در این بیماران، سبب محدودیت در حرکات این مفاصل است، یا بر عکس کاهش عملکرد مناسب این مفاصل بویژه محدودیت در دامنه‌های آخر حرکتی سبب بروز تغییرات استئوآرتریتی در کمر و نهایتاً درد ناحیه‌ای می‌شود، سئوالی است که نیاز به بررسی بیشتری دارد بررسی ارتباط کاهش درد در حین حرکات ستون فقرات کمر و دامنه حرکتی مفاصل فوق در گروه دوم رابطه مستقیم و قابل قبولی را در نشان داده است. ارتباط افزایش اکستنشن زانو با کاهش درد در حین اکستنشن کمر می‌تواند ناشی از نقش

عضلات همسترینگ در تیلت کمر و بهبود ریتم کمری لگنی باشد. ارتباط خوب افزایش اکستنشن ران با بهبود درد در فلکشن کمر نیز ناشی از قابلیت انعطاف پذیری مناسب عضلات اگستنسور ران در حین خم شدن به جلو در این بیماران بعد از ده جلسه درمان دارد. یکی از نکات بسیار مهم در این پژوهش افزایش دامنه حرکتی در کلیه محورهای حرکتی ستون فقرات ناحیه کمر است که در هر دو گروه تاکید خاصی بر روی آن نشده بود ولی در گروه دوم به میزان بسیار زیادی در محدوده ۴۰ تا ۱۰۰ درصد همراه با افزایش حرکتی بوده است (شکل ۳).

در روند بهبودی مشاهده می‌شود که در هر دو گروه کاهش درد بیشتر در نیمه دوم از درمان بروز می‌کند هر چند که در گروه دوم تنها در حرکات اکستنشن و فلکشن کمر این اختلاف معنی دار بوده است و در گروه اول فلکشن و لترال فلکشن تفاوت قابل قبولی داشته است. بر عکس بیشترین افزایش دامنه حرکتی ستون فقرات کمری به نظر می‌رسد در پنج جلسه اول بدست آید هر چند که تفاوت معنی داری بین آنها بجز در چرخش به طرفین وجود نداشت. در مجموع با توجه به روند بهبود بیماران از نظر علائم بیماری نظیر کاهش درد در حین حرکات کمر بر اساس مقیاس کمی درد و بهبود دامنه حرکتی در ناحیه کمر در هر دو گروه از بیماران علی‌رغم وجود اختلاف در بین آنها، فیزیوتراپی درمانی مؤثر در کاهش علائم کمر درد می‌باشد و چنانچه مدت درمان بیشتر از پنج جلسه باشد نتایج رضایت بخشی را به همراه دارد. چنانچه درمان فیزیوتراپی در بیماران کمر دردی با علت استئوآرتریت همراه با تمارین انعطاف پذیری عضلات مؤثر در حرکات کمر باشد این میزان بهبود و کاهش درد بیماران به مراتب بیشتر خواهد بود.

منابع

1. Kisner C. , Therapeutic exercise , 2nd Ed. F.A. Davis, Philadelphia, 1995 ; 212-256.
2. Nelson J. , Walmsley R. P. , and Sterenson J. M. , Relative lumbar and pelvic motion during loaded spinal flexion / extension , Spine , 1995; 20 (2) ; 199-204.
3. Kleissen R.F.M., Buurke J. H., Harlaar J. and Zilvold G. , Electromyography in biomechanical analysis of human movement and its clinical application , Gait and Posture , 1998 ; 8 ; 143-158.
4. Li Y. , McClure P. W. and pratt N. , The effects of hamstring muscle stretching on standing posture and on lumbar and hip motion during forward bending , Phys. Therapy , 1996;76 (8); 836-849.
5. Lee P. , Helewa A. , Goldsmith C. H. , Smythe H. A. and Stitt L. W. , Low back pain : Prevalence and risk factors in an industrial setting , J. Rheumatol. , 2001 ; 28 (2): 346-51.
6. McIntyre D. R. , The stability of isometric trunk flexion measurements, J. Spinal Dis. ,1989 ; 2 (2) ; 80-86.
7. McIntyre D. R. and Glover L. H. , Secondary axes activity of normal subjects and low back pain patients , J. Spinal Dis. , 1993 ; 6 (1) ; 11-14.
8. Seroussi R. E. and Pope M. H. , The relation ship between trunk muscle electromyography and lifting moment in the sagital and frontal planes , J. Biomech. , 1987; 20 (2) ; 135-146.
9. Shirado O. , Concentric and eccentric strength of trunk muscle: influence of test posture on strength and characteristics of patients with chronic low-back pain , Arch. Phy. Med. Rehabil. , 1995; 76; 604-611.
10. Malchaire J.B. and Masset D. , Isometric and dynamic performance of trunk and associated factors , Spine , 1995; 20 (15); 1649-1653.
11. Leinonen V. , Kankaanpaa M. , Airaksinen O. and Hanninen O. , Back and hip extensor activities during trunk flexion/extension: effects of low back pain and rehabilitation , Arch. Phys. Med. Rehabil. , 2000 ; 81; 32-37.
12. Sparto P. J. , Parnianpour M. , Barria E. A. and Jagadeesh J. M. , Wavelet and short-time fourier transform analysis of electromyography for detection of back muscle fatigue , IEEE-Trans. Rehabil. Eng. , 2001 ; 8 (3) ; 433-436.
13. Halbertsma J. P., Goeken L. N., Hof A. L , Groothoff J. W and Eisma W. H. , Extensibility and stiffness of the hamstrings in patients with nonspecific low back pain , Arch. Phys. Med. Rehabil. , 2001; 82 (2) ; 232-238.
14. Van -Dillen L. R. , McDonnell M. K. , Fleming D. A. and Sahrman S. A. , Effect of knee and hip extension rang of motion in individuals with and without low back pain , J. Orthop. Sports Phys. Ther. , 2000 ; 30 (6) ; 307 - 316.