مطالعات طب ورزشی  شماره ۹، بهار و تابستان ۱۳۹۰، صص ۷۰-۶۱

# اثر عامل‌های سرعت و سنگینی بار در پدیدهٔ هم‌انقباضی عضلات درگیر در جابه‌جایی وزنه با تأکید بر تجربهٔ کار

مهدی گودینی[۱]، نادرفرهپور[۲]، هومان نیک مهر[۳]، داود نقش‌پور[۴]

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۹/۷  تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۳/۲۴

## چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی اثر عامل‌های سرعت و سنگینی باری که توسط کارگر جابه‌جا می‌شود بر عملکرد عضلات تنه بود. ۱۰ نفر از کارگران با تجربه در حمل بار از میان شاغلان شرکت‌های ساختمانی شهر همدان با میانگین سنی ۲۵/۴±۲/۰۶ سال و قد ۱۷۳/۱±۶/۱۹ سانتی‌متر و وزن ۸/۹۹ ±۶۷/۶۳۸کیلوگرم که دست‌کم سه سال سابقهٔ کار مداوم در حیطهٔ حمل بار داشتند به‌عنوان گروه تجربی و ۱۰ نفر از افراد بدون سابقهٔ کار با میانگین سنی ۲۳±۱/۴۱سال، قد ۵/۰۷ ± ۱۷۳/۶سانتی‌متر و وزن ۷/۱۷± ۶۴/۸۵ کیلوگرم که هیچ‌گونه سابقهٔ فعالیت ورزشی مرتبط با حمل بار نداشتند به‌عنوان گروه کنترل انتخاب شدند. با استفاده از دستگاه EMG ۱۶ کاناله مدل MA300-16 فعالیت الکترومیوگرافی عضلات، راست شکمی، ارکترواسپاینا در ناحیهٔ مهرهٔ دوم و سوم کمری و سرینی در حین جابه‌جایی وزنه بین سطح زمین و روی میزی به ارتفاع کمر(ناف) ثبت شد. داده‌ها، با استفاده از آنالیز واریانس (تحلیل عاملی) تجزیه و تحلیل شدند. مقایسهٔ بین گروهی نشان داد در حرکت سریعِ افراد بی‌تجربه، میزان هم‌انقباضی بسیار کمتر از افراد باتجربه بود. در مجموع، در کاری برابر، میزان RMS و شدت فعالیت عضلانی در افراد باتجربه کمتر از افراد بی‌تجربه بود. به‌علاوه، میزان هم‌انقباضی در دو گروه متفاوت است. وجود انقباض نسبی زیاد در عضلات شکم موجب استحکام مهره‌های کمری می‌شود؛ در نتیجه از میزان آسیب کمر کاسته می‌شود. تجربهٔ کاری موجب بهبود بهرهٔ کاری عضلانی و کاهش فشارهای نامتقارن بر دیسک‌ها و مفاصل ستون مهره‌ای می‌شود. افراد بی‌تجربه در حرکات سریع حین جابه‌جایی وزنه در خطر آسیب‌دیدگی قرار دارند.

**کلیدواژه‌های فارسی:** الکترومیوگرافی، جابه‌جایی وزنه، هم انقباضی، تجربهٔ کاری.

۱. کارشناس ارشد تربیت بدنی دانشگاه بوعلی‌سینا همدان (نویسندهٔ مسئول) Email: Mehdi.godini1@gmail.com
۲. دانشیار دانشگاه بوعلی‌سینا همدان Email: Naderfarahpour1@gmail.com
۳. دانشگاه بوعلی‌سینا همدان
۴. کارشناس ارشد تربیت بدنی

## مقدمه

کمردرد و آسیب‌های اسکلتی در اثر حمل بسیار شایع است. حدود ۴۰٪ از مشاغلی که با بلند کردن، پایین آوردن، کشیدن یا هل دادن بار همراه‌اند، ستون فقرات را تحت فشارهای مکانیکی قرار می‌دهند. کارگران در مراکز کار، به ویژه در انبارها و مراکز تولیدی به‌دلیل جابه‌جایی اجسام سنگین یا حمل بار سبک با تکرار زیاد در معرض کمردردهای حاد و مزمن قرار دارند (۱- ۳). کمردرد هزینه‌های مالی و خسارت های اقتصادی سرسام‌آوری بر دولت‌ها تحمیل می‌کند که بیشتر این هزینه‌ها صرف درمان و زمان‌های کاری از دست رفتهٔ کارگران و کمتر صرف پیشگیری از آسیب‌های ستون فقرات می‌شود (۴).

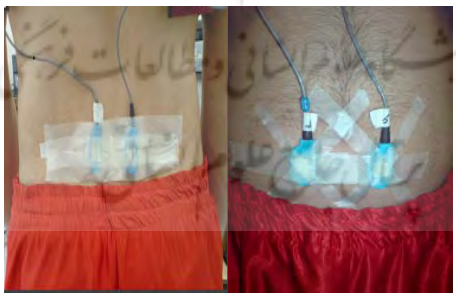
اگر هنگام حمل اجسام، به‌طور هم‌زمان خم شدن و چرخش محوری در ستون مهره‌ها رخ دهد، خطر بروز کمر درد و فتق دیسک بسیار زیاد خواهد بود (۵). همچنین، انجام مداوم و تکراری حمل بار با سرعت‌ها و وزن‌های گوناگون می‌تواند از عوامل مهم آسیب‌زا باشد. از دیگر عوامل بسیار مهم و اثرگذار بر آسیب‌های ناشی از حمل بار می‌توان به بی‌تجربگی فرد در حمل بار اشاره کرد که با ضعف و ناهماهنگی انقباضات عضلانی در ارتباط است.

هماهنگی و عملکرد مناسب عضلات، به‌ویژه در تنه، نقش مهمی در کاهش و پیشگیری از بروز آسیب ستون مهره‌ای ایفا می‌کند (۶- ۸). هم‌انقباضی آنتاگونیست و آگونیست عضلات تنه نقش مهمی در ایجاد پایداری دارند (۹). در این زمینه، ماراس و میرکا (۲۰۰۴) نشان دادند هم‌انقباضی بین عضلات آگونیست و آنتاگونیست با گشتاور تنه ارتباط زیادی دارد. هنگام بلند کردن اجسام، انقباض عضلات شکمی با افزایش فشار درون شکمی موجب افزایش پایداری ستون مهره‌ای کمری می‌شود (۱۰- ۱۴). ون‌داین و همکارانش (۲۰۰۳) گزارش کردند هم‌انقباضی عضلات تنه برای جلوگیری از آشفتگی و استحکام بیشتر در تنه هنگام حمل بار افزایش می‌یابد. مجموعهٔ مطالعات گذشته سازوکار هم‌انقباضی در عضلات تنه را آشکارا تبیین نکرده‌اند و به‌علاوه، اثر متقابل عوامل مهمی چون تجربهٔ کاری، سرعت حمل و سنگینی بار را بر انقباضات عضلانی تنه در هر دو فعالیت بالا بردن و پایین آوردن بار بررسی نشده است. بر این اساس، هدف اصلی این پژوهش بررسی اثر متقابل تجربهٔ کاری، سرعت و سنگینی بار در میزان هم‌انقباضی بین عضلات شکم و اکستنسورهای تنه در هر دو فعالیت بالا بردن و پایین آوردن بار است.

## روش‌شناسی پژوهش

جامعهٔ آماری پژوهش کارگران ساختمانی با دست‌کم سه سال تجربهٔ کار بودند. از میان کارگران ساختمانی شاغل در پروژه‌های در دست احداث دانشگاه بوعلی سینا، ۱۰ نفر از

کارگران با استفاده از روش انتخاب آسان به‌عنوان گروه تجربی انتخاب شدند. میانگین سن، قد و وزن گروه تجربی، به‌ترتیب ۲/۰۶±۲۴/۵ سال، ۶/۱۹±۱۷۳/۱سانتی‌متر و ۸/۹۹±۶۷/۶۳ کیلوگرم بود. همچنین، ۱۰ نفر از دانشجویان دانشگاه بوعلی سینا با میانگین سن، قد، وزن ۱/۴۱±۲۳ سال، ۵/۰۷±۱۷۳/۶سانتی‌متر و ۷/۱۷±۶۴/۸۵کیلوگرم به‌عنوان گروه کنترل انتخاب شدند. این عده سابقهٔ فعالیت در هیچ رشتهٔ ورزشی و شغلی مرتبط با حمل بار نداشتند. هیچ‌یک از افراد گروه‌های تجربی و کنترل سابقهٔ دردکمر، آسیب‌دیدگی، عمل جراحی و مشکلات اسکلتی و عصبی - عضلانی نداشتند. ابتدا، ضمن بیان اهداف و روش تحقیق، رضایت‌نامهٔ کتبی از آزمودنی‌ها دریافت شد. سپس، اطلاعات مربوط به سوابق پزشکی، ورزشی و مشاغل در قالب پرسشنامه‌ای جمع‌آوری شد. پس از آن، در صورت احراز شرایط پذیرش، قد (در حالت ایستاده بدون کفش با دم عمیق) و وزن افراد (بدون کفش و با کمترین لباس ورزشی بین ساعت‌های ۴- ۶ عصر) اندازه‌گیری شد. فعالیت عضلات ارکتوراسپاینا در دو سمت چپ و راست (بین مهره‌های دوم و سوم کمری) و عضلهٔ راست شکمی در هر دو طرف چپ و راست (با فاصلهٔ ۲/۵ سانتی‌متر از ناف) هنگام حمل بار در شرایط مختلف، با استفاده از دستگاه ۱۶ کانالهٔ EMG مدل MA 300-16 ثبت شد. فرکانس ثبت داده‌ها ۲۵۰۰ هرتز و پهنای باند ۱۲۵۰ هرتز بود. در آماده‌سازی و ثبت سیگنال‌های EMG از پرتوکل McGill 1996 (۱۹) پیروی شد. بعد از تراشیدن کامل موهای زائد و تمیز کردن پوست با پنبه و الکل طبی، الکترودها نصب شدند. الکترودها از نوع Bipolar بودند و فاصلهٔ مرکز تا مرکز الکترودها دو سانتی‌متر بود. شکل زیر محل نصب الکترودها را روی هر عضله نشان می‌دهد.



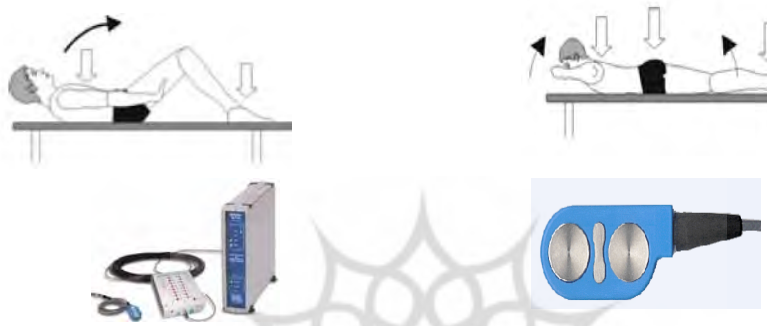
با استفاده از فیلتر، سیگنال‌های پایین گذر ۱۰ و بالای گذر ۵۰۰ هرتز و همچنین فرکانس ۵۰ هرتز برق شهری حذف شدند. فعالیت مورد نظر عبارت بود از: جابه‌جا کردن جعبه‌ای به ابعاد ۴۰×۳۰×۳۰ از روی زمین بر سطح میز در ارتفاع کمر و عکس آن. این وظیفه در دو سرعت معمولی و سریع انجام شد. وزن جعبه در دو اندازهٔ ۱۵٪ و ۳۰٪ وزن فرد در نظر گرفته شد. این

طرح در مجموع، چهار وظیفهٔ حرکتی را در بر می‌گرفت که عبارت بودند از:

۱- حمل بار ۱۵٪ با سرعت معمولی ۳- حمل بار ۱۵٪ با حداکثر سرعت

۲- حمل بار ۳۰٪ با سرعت معمولی ۴- حمل بار ۳۰٪ با حداکثر سرعت

بیشترین انقباض ارادی ایزومتریکی هر یک از عضله‌ها مطابق شکل زیر بر اساس روش باسمجیان و لوسا (۱۹۹۵) اندازه‌گیری شد.



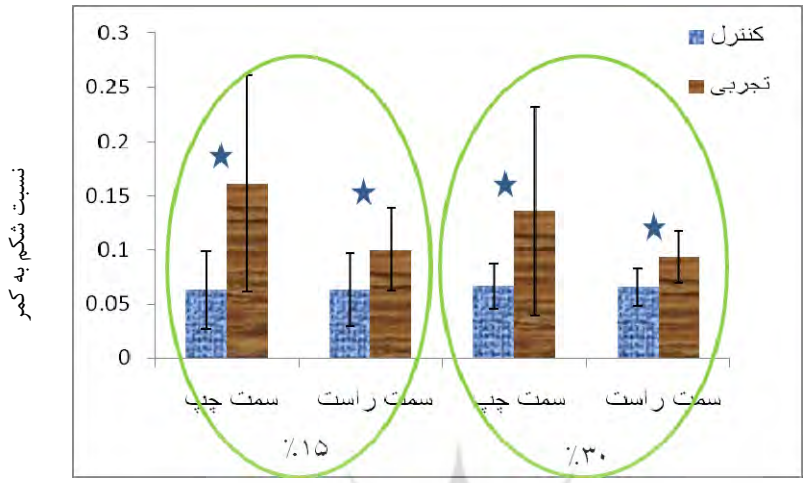
*شکل ۱. دستگاه الکترومیوگرافی و الکترود سطحی*

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس با اندازه‌گیری تکراری[1] استفاده شد. این تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخهٔ ۱۶ اجرا شد.

## یافته‌های پژوهش

در نتایج زیر، مقادیر ارائه شده نسبت به RMS حداکثرانقباض ایزومتریک همسان سازی شده‌اند. در حین بالا بردن با سرعت آهسته، نسبت مقدار RMS همسان‌سازی شدهٔ شکم به کمر در گروه تجربی بین۱۰٪ تا ۱۶٪ بود، اما این نسبت در گروه شاهد بین ۶٪ تا ۷٪ بود که رقم ناچیزی است. در این وظیفه، عضلهٔ شکمی در افراد تجربی انقباض قوی‌تری داشت، اما در گروه کنترل این عضله فعالیت ناچیزی از خود نشان داد.

1. Repeated Measures

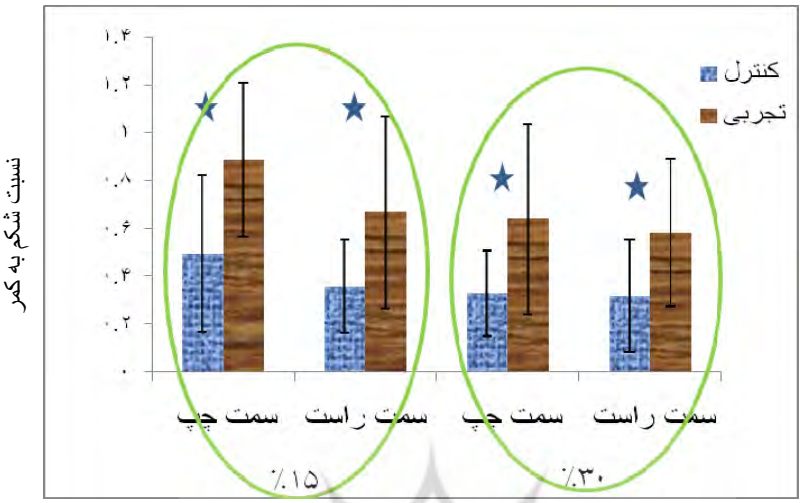



***نمودار ۱. مقایسهٔ بالا بردن بار سرعت معمولی با ۱۵ و۳۰ درصد وزن بدن***

همان‌طور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، در وظیفهٔ بالا بردن بار در دو سمت بدن با سرعت معمولی و سنگینی ۱۵ و ۳۰ درصد وزن بدن در گروه تجربی هم‌انقباضی بیشتری مشاهده می‌شود و اختلاف، معنی‌دار است که احتمالاً اثر تجربه در کارگران این اختلاف را ایجاد کرده است.

هنگام بالا بردن با حداکثر سرعت، نسبت مقدار RMS همسان‌سازی شدهٔ شکم به کمر در گروه تجربی حدود ۸۰٪ مشاهده شد، اما این نسبت در گروه شاهد ۴۲٪ بود. در این وظیفه، علاوه بر افزایش فعالیت عضلهٔ راست شکمی، در مقایسه با وظیفهٔ قبل در هر دو گروه، تفاوت معنی‌داری بین دو گروه مشاهده شد. نسبت هم‌انقباضی عضلات شکم به کمر در گروه تجربی تقریباً دو برابر افراد گروه کنترل بود. (p=۰/۰۰۱)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی




*نمودار۲. بالا بردن بار در حرکت سریع با ۱۵ و۳۰ درصد وزن بدن*

در وظیفهٔ پایین آوردن بار با سرعت آهسته هر دو گروه تقریباً رفتار مشابهی داشتند و هیچ‌گونه اختلافی در هم‌انقباضی دیده نشد. در تکلیف با حداکثر سرعت هم تفاوتی بین دو گروه مشاهده نشد.

علاوه بر تفاوت‌های مشاهده شده بین دو گروه، نتایج بررسی عامل وزن (۱۵٪ و۳۰٪) نشان داد هر دو گروه با افزایش مقدار وزنه، تغییرات مشابهی انجام می‌دهند؛ به عبارت دیگر، پاسخ‌های انقباضات عضلانی (مقدار RMS همسان‌سازی) به افزایش مقادیر وزنه در هر دو گروه یکسان است. برخلاف عامل وزن بار، عامل‌های سرعت (آهسته و سریع) و وظیفه (بالا بردن و پایین آوردن) در دو گروه تفاوت معنی‌داری نشان دادند.

***جدول ۱. مقایسهٔ عامل‌های سرعت و جهت حرکت به‌صورت درون‌گروهی و بین گروهی***

| الف) | سرعت معمولی | حداکثر سرعت |
|---|---|---|
| کارگر | ٪۱۱±۱ | ٪۴۸±۶ |
| کنترل | ٪۷±۱ | ٪۲۸±۶ |

| ب) | بالا بردن | پایین آوردن |
|---|---|---|
| کارگر | ٪۴۰±۴ | ٪۱۹±۳ |
| کنترل | ٪۲۱±۴ | ٪۱۳±۳ |

جدول الف) تغییرات میزان هم‌انقباضی عضلانی دو گروه را با افزایش میزان سرعت حمل بار

نشان می‌دهد. افراد باتجربه با افزایش سرعت حمل بار، افزایشی ۳۷ درصدی در مقدار هم‌انقباضی نشان می‌دهند، اما در افراد بی‌تجربه این مقدار ۲۱٪ بوده و از لحاظ آماری دو گروه در این عامل با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند (p=۰/۰۰۱)

در جدول ب) میزان تغییرات هم‌انقباضی عضلات تنه در دو گروه در دو وظیفه (بالا بردن و پایین آوردن) نشان داده شده است. افراد باتجربه هنگام بلند کردن بار، در مقایسه با پایین آوردن، افزایشی ۲۱ درصدی در هم‌انقباضی نشان می‌دهند که این مقدار در افراد بی‌تجربه ۷٪ مشاهده شد. در مقایسهٔ این وظیفه نیز بین دو گروه تفاوت معنی‌داری از لحاظ آماری دیده شد (p=۰/۰۰۱)

## بحث و نتیجه‌گیری

هدف از اجرای این پژوهش بررسی تأثیر تجربه، سرعت و وزن بار بر شدت فعالیت عضلات تنه هنگام حمل جعبه بین زمین و روی میز در ارتفاع کمر بود. نتایج نشان داد نسبت هم‌انقباضی عضلات شکم به کمر در افراد باتجربه حدود ۱۲/۵٪ در حمل بار با سرعت معمولی است که این مقدار تقریباً دو برابر افراد عادی گزارش شد. در حمل بار سریع نیز این مقدار حدود ۷۵٪ و باز هم دو برابر گروه کنترل بود. مطالعات گذشته نشان می‌دهد برای پایداری ستون فقرات و جلوگیری از آسیب و فتق دیسک به مقدار بهینه‌ای از هم‌انقباضی نیاز است. دستگاه حسی عمقی بدن انسان با توجه به میزان درک وزن و سرعت بار و به‌ویژه گشتاور ایجاد شده، میزان هم‌انقباضی را کنترل می‌کند. تحقیقات دیگر در این زمینه نشان داده‌اند که در وضعیت ایستاده و راه رفتن عضلات کمر تقریباً کمترین فعالیت را دارند (۱۶). در راه رفتن نیز عضلات شکم بین ۲٪ تا ۵٪ حداکثر انقباض ایزومتریک خود منقبض می‌شوند (۱۷). هم‌انقباضی عضلات شکم و کمر در حالت ایستاده، آن هم در صورت افزودن وزنه‌ای ۳۲ کیلوگرمی بین ۱٪ تا ۳٪ گزارش شده است (۱۸). همچنین هم‌انقباضی برای خم شدن و گرفتن وزنه‌ای ۱۵ کیلوگرمی حدود ۱۵٪ گزارش شده است (۱۰).

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد داشتن تجربه هم‌انقباضی مناسب و بهینه‌ای در افراد باتجربه ایجاد کرده است و مطالعات گذشته در این زمینه نیز نتایج مشابهی را نشان می‌دهند. استدلال محققان این است که افزایش هم‌انقباضی باعث افزایش فشار درون شکمی و کمک به پایداری ستون فقرات می‌شود (۱۰، ۱۲، ۱۹، ۲۰).

در حرکت سریع، درصد فعالیت عضلات شکم نسبت به تکلیف حرکت با سرعت معمولی حدود دو برابر افزایش یافته است. این سازوکار نشان می‌دهد هنگام انقباضات سریع برای باز شدن

ستون فقرات، عضلات شکمی با سرعت و قدرت بیشتری منقبض می‌شوند، این عمل اگرچه فشارهای عمودی بر ستون فقرات را افزایش می‌دهد، باعث کنترل فشارهای جانبی، قدامی خلفی و نیروهای قیچی‌وار نیز می‌شود. علاوه بر این، با افزایش انقباض عضلات کمری در حرکت سریع، عضلات شکمی انقباضات بیشتری نشان داده، سطح هم‌انقباضی را در شرایط بهینه‌ای قرار می‌دهند. در این پژوهش مشاهده شد که افراد بی‌تجربه شرایط مناسبی از هم‌انقباضی را حین حمل بار نشان ندادند و احتمالاً بیشتر در معرض خطر آسیب‌دیدگی قرار دارند. **این** سطح بهینه از هم‌انقباضی در افراد باتجربه می‌تواند به جلوگیری از خستگی و احتمالاً جلوگیری از کاهش فرکانس موضعی عضلات کمری منجر شود. نتایج مقایسهٔ هم‌انقباضی عضلات تنه نشان داد بین نسبت انقباض شکمی به انقباض کمری بین دو گروه تفاوت معنی‌داری در پایین آوردن وجود ندارد. این نتایج می‌تواند به‌دلیل انقباضات اکسنتریک عضلات کمری حین پایین آوردن بار و نیاز کمتر به هم‌انقباضی عضلات شکمی، با توجه به هم‌جهت بودن حرکت با نیروی جاذبه باشد.

با افزایش میزان سرعت حرکات در مفاصل بدن، میزان هم‌انقباضی افزایش می‌یابد. در حمل بار نیز میزان هم‌انقباضی عضلات تنه افزایش می‌یابد. با بررسی نتایج مشاهده شد که افراد باتجربه با افزایش سرعت حمل بار هم‌انقباضی بیشتری نشان می‌دهند که باعث افزایش استحکام و پایداری ستون فقرات و جلوگیری از خطر آسیب می‌شود. در افراد بی‌تجربه، هم‌انقباضی کمتر به احتمال فراوان باعث ایجاد آشفتگی بیشتر در ناحیهٔ کمری و افزایش خطر آسیب ناشی از حمل بار می‌شود که البته در این زمینه پژوهشی یافت نشد.

تجربهٔ کاری باعث بهبود عملکرد دستگاه حسی – عمقی، افزایش بهرهٔ کاری دستگاه عضلانی در ناحیهٔ تنه و کاهش فشار بر دیسک‌ها و مفاصل ستون فقرات می‌شود. در افراد باتجربه، به‌دلیل هم‌انقباضی بیشتر در عضلات تنه، به‌ویژه در فعالیت‌های سریع، استحکام و پایداری در ناحیهٔ ستون فقرات بیشتر است. هنگام پایین آوردن بار، به‌دلیل کاهش هم‌انقباضی در عضلات تنه احتمالاً افراد در معرض آسیب قرار دارند که این خطرات در افراد بی‌تجربه بیشتر است.

## منابع :

1. Cook, T. Neumann, D. (1987). The effects of load placement on the EMG activity of the low back muscle during load carrying by men and women. Ergonomics, 30: 1413-1423.
2. NIOSH (1981). Work practice guide for manual lifting. NIOSH Technical Report No. 81-122. USA Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health. Cincinnati, OH.

3. Videman, T., Nurminen, N., Troup, J.D.G. (1990). Lumbar spinal pathology in cadaveric material in relation to history of back pain. Occupation and physical loading: Spine, 15: 728–740.

4. Chase. J.A. (1999). Out patient management of low back pain. Orthopaedic Nursing, 11: 11–21.

5. Marras. W.S, Ferguson, S.A., Burr, D., Davis, K.G., Gupta, P. (2004). Spine loading in patients with low back pain during asymmetric lifting exertions. The Spine Journal, 4: 64–75.

6. Chen, H., LIN, C.J., Huang, C.L. (2006). Effects of a New Industrial Lifting Belt on Back Muscular Activity, Hand Force, and Body Stability during Symmetric Lifting. Industrial Health, 44: 493–502.

7. Chung, M.K., Song, Y.W., Hong, Y., Choi, K.I. (1999). A novel optimization model for predicting trunk muscle forces during asymmetric lifting tasks. International Journal of Industrial Ergonomics, 23: 41-50

8. Granata, K.P, Wilson, S.E. (2001). Trunk posture and spinal stability. Clinical Biomechanics, 16: 650-659.

9. Al-Angari, S.A. (2003). Biomechanics of Lifting (An implication Review). The Saudi Journal of Sports Medicine, 7(2).

10. Van Dieen, J.H, Kingma, I., Van der Bug, J.C.E. (2003). Evidence for a role of antagonistic cocontractionin controlling trunk stiffness during lifting. Journal of Biomechanics, 36: 1829–1836

11. Granata, K.P, Marras, W.S. (1995). The influence of trunk muscle coactivity on dynamic spinal loads. Spine, 20(8): 913-919.

12. Looze, M.P., Groen, H., Horemans, H., Kingma, I., Van Diee, J.H. (1999). Abdominal muscles contribute in a minor way to peak spinal compression in lifting. Journal of Biomechanics, 32: 655-662.

13. Potvin, J.R, McGill, S.M., Norman, R.W. (1991). Trunk muscle and lumbar ligament contributions to dynamic lifts with varying degrees of trunk flexion. Spine, 16: 1099–1107.

14. McGill, S.M. (1996). Stability: from biomechanical concept to chiropractic practice. J Can Chirop Assoc, 43: 71–86.

15. Basmajian, C.J, Luca, D. (1985). Muscles Alive (Their Function Revealed by Electromyography).

16. Andersson, E.A., et al. (1996). EMG activities of the quadratus lumborum an erector spine muscles during flexion-relaxation and other motor tasks. Clin Biomech, 11(7): 392-400.

17. white, S.G., MCNair, P.J. (2002). Abdominaland erector spinae muscle activity during gait: the use of cluster analysis to identify patterns of activity. Clin.

Biomech, 17(3): 177-184

18. Cholewicki, J., Panjabi, M.M., Khachatryan, A. (1997). Stabilizing function of trunk flexor–extensor muscles around a neutral spine. Spine, 22: 2207–12.
19. Granata, K.P, Wilson, S.E. (2001). Trunk posture and spinal stability. Clinical Biomechanics, 16: 650-659.
20. Granata, K.P, Orishimo, K.F. (2001). Response of trunk muscle coactivation to changes in spinal stability. Journal of Biomechanics, 34: 1117–1123.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی