

# بررسی اثر دستکاری سیستم دهلیزی در تعادل دینامیکی بیماران ایدیوپاتیک اسکولیوسیز تحت ورزش درمانی در مقایسه با بیماران بدون رژیم درمانی و افراد سالم

دکتر نادر فرهپور\*، لیلا غزاله\*\*، دکتر محمدصادق صبا\*\*\*، دکتر پل آلود\*\*\*\*

## چکیده:

مکانیزم اختلالات عصبی-عضلانی در بیماری اسکولیوسیز نوجوانی ناشناخته (AIS) Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS) بخوبی معلوم نیست. در این مطالعه ویژگیهای تعادل دینامیکی بیماران AIS و تغییرات ناشی از ورزش درمانی بررسی شدند.

تعداد ۲۰ دختر نوجوان مبتلا به AIS در دو گروه تجربی I و II بترتیب بدون درمان و با ورزش درمانی و همچنین ۱۳ دختر سالم همسان (گروه شاهد) بررسی و مقایسه شدند. انحرافات مرکز ثقل (COG) Center Of Gravity در وضعیت ایستاده آناتومیکی و نیز برای تحریک سیستم دهلیزی در وضعیتهای ایستاده با فلکشن و هیپراکستنشن سر در شرایط نسبتاً پایدار و ناپایدار سطح اتکا اندازه گیری شدند.

ناپایداری سطح اتکا در هر سه گروه بطور یکسان موجب افزایش انحراف COG حدود  $(1/13 \pm 0/08)$  شد  $(p=0.01)$ . گروه تجربی II بطور معنی داری تعادل بهتری از دو گروه دیگر داشت. دستکاری سیستم دهلیزی منجر به افزایش انحرافات COG در دو گروه شاهد و تجربی I تا حدود ۲/۵ برابر و در گروه تجربی II حدود ۱/۵ برابر گردید. اثر هیپراکستنشن سر در انحرافات COG بیش از فلکشن سر بود.

تعادل دینامیکی بیماران مبتلا به اسکولیوسیز فاقد درمان با افراد سالم مشابه بود. ورزش درمانی منجر به کاهش انحرافات مرکز ثقل افراد بیمار گردید. ورزش درمانی برای تقویت عملکرد گیرنده های حسی-عمقی بیماران اسکولیوسیز توصیه می شود.

کلید واژه ها: اسکولیوسیز / تعادل دینامیکی / دستکاری سیستم دهلیزی / ورزش درمانی

## مقدمه:

نوع اسکولیوسیز، اسکولیوسیز نوجوانی ناشناخته است که بیش از ۸۰ درصد همه موارد را شامل می شود (۳). شیوع این ناهنجاری ۲٪ الی ۳٪ است و ۹۰٪ از این بیماران دختر هستند (۴،۵). تغییر شکل سه بعدی ستون مهره در این ناهنجاری باعث تغییر ساختار دنده ها نیز می شود و در

بیماری اسکولیوسیز یک نوع ناهنجاری اسکلتی ستون فقرات است. در این ناهنجاری در مهره های درگیر یک سری تغییرات سه بعدی شامل انحراف جانبی، تیلت طرفی و چرخش محوری بوجود می آید (۱،۲). متداولترین

\* استادیار گروه حرکت شناسی دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه بوعلی سینا همدان

\*\* دانشجوی کارشناسی ارشد تربیت بدنی و علوم ورزشی دانشگاه بوعلی سینا همدان

\*\*\* استادیار گروه کودکان دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی همدان

\*\*\*\* دانشیار گروه حرکت شناسی دانشگاه مونتreal کانادا

وجود دارد. در حالی که بیماران چپ دست مبتلا به اسکولیوسیز رفتار تعادلی مشابه با افراد سالم از خود نشان دادند. هر چند که ایشان نتوانستند علت این اختلاف را در دو گروه از بیماران اسکولیوسیز راست دست و چپ دست توضیح دهند (۱۸). اما گریگوریک بر اساس آزمایشات مختلف بر روی سیستم‌های درگیر در تعادل نتیجه گرفت که هیچگونه اختلالی در گیرنده‌های عمقی بیماران اسکولیوسیز وجود ندارد (۱۵). بدلیل این تناقض‌ها هنوز یک تبیین علمی روشنی از چگونگی کنترل حرکتی و عملکرد سیستم عصبی - عضلانی در بیماری اسکولیوسیز که قابل قبول همگان باشد ارائه نشده است. در این مطالعه برای مقایسه تعادل دینامیکی بیماران مبتلا به AIS با افراد سالم سیستم دهلیزی مورد دستکاری قرار گرفت و سپس اثرات ورزش درمانی بر اصلاح کنترل حرکتی بیماران نیز بررسی شد.

#### روش کار:

تعداد ۲۰ نفر دختر نوجوان مبتلا به ایدیوپاتیک اسکولیوسیز (AIS) در گروه‌های تجربی (I) و تجربی (II) و تعداد ۱۳ نفر دختر نوجوان سالم در گروه شاهد شرکت داشتند. مشخصات آزمودنی‌ها در جدول زیر نشان داده شده است.

مشخصات آزمودنی‌ها

گروه	تعداد	قد	وزن	زاویه کاب
تجربی ۱	۹	۱۴۹/۳±۲۴/۱	۴۷/۲±۵/۹	۱۷/۵±۸/۱
تجربی ۲	۱۱	۱۵۳/۶±۸/۵	۴۵/۷±۷/۸	۳۱±۲۳/۶
شاهد	۱۳	۱۵۵/۸±۳/۸	۵۰/۴±۱۲/۵	

انحنای ستون مهره‌ای بیماران از نوع Right Thoracic بودند. بیماران گروه تجربی (II) بمدت ۳ ماه (هفته‌ای سه جلسه ۱/۵ ساعته) به ورزشهای درمانی پرداخته بودند. در حالیکه گروه تجربی (I) و گروه شاهد هیچگونه برنامه ورزشی یا درمانی نداشتند. متغیرهای تعادل دینامیکی کلیه گروهها در وضعیت های ایستاده آناتومیکی، ایستاده با فلکشن سر، و ایستاده با هیپراکستنشن سر مورد اندازه‌گیری و مقایسه قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری تعادل دینامیکی از دستگاه Dynamic Stability Platform استفاده گردید. دستگاه

نتیجه یک برآمدگی نامتقارن دنده ای بنام Rib Hump در قسمت خلفی قفسه سینه ای بوجود می‌آورد. این بیماری فرد را از لحاظ آناتومیکی، فیزیولوژیکی، روانی، اجتماعی و اقتصادی با مشکل مواجه می‌کند (۶،۷). مطالعات بر روی عملکرد ریوی بیماران مبتلا به AIS که تحت درمان قرار نگرفته اند نشان می‌دهند در بیمارانی که انحنای سینه ای دارند بین عملکرد ریوی و پیشرفت انحناء همبستگی مستقیم وجود دارد (۸،۹). برای درمان این بیماری شیوه‌های مختلفی بکاربرده می‌شود. از جمله روشهای درمانی رایج استفاده از ورزشهای اصلاحی و فیزیوتراپی است. همچنین در موارد پیشرونده از بریس نیز استفاده می‌شود. در مواردی که میزان انحنای اسکولیوسیز بالای ۴۰ درجه باشد و نیز بیمار هنوز دوران رشد فورانی را پشت سر گذاشته باشد جراحی راه مناسبی برای درمان است (۱۰). علیرغم سالها مطالعه و بررسی علمی هنوز علل بروز این بیماری ناشناخته باقی مانده است (۵،۱۱). از جمله مواردی که در آسیب شناسی این بیماری مورد توجه قرار گرفته اختلالات عملکردی سیستم عصبی-عضلانی است. گروهی از محققین عقیده دارند که در افراد مبتلا به AIS عملکرد سیستم تعادلی مختل می‌شود (۱۲،۱۳). یاماموتو نشان داد که در بیماران اسکولیوسیز نوسانات پوسچری با اختلال همراه است (۱۴). با اینحال عده‌ای نیز در بررسیهای خود هیچ تفاوتی بین تعادل بدن افراد سالم و بیماران AIS نیافته‌اند (۱۵). دستیابی به اطلاعات جامعی درباره نحوه عملکرد سیستم تعادلی این بیماران می‌تواند در یافتن ارتباط بین اختلالات عصبی - عضلانی و کنترل حرکتی با بروز یا پیشرفت این بیماری مفید واقع شود. عده‌ای نیز وجود اختلالات عصبی - عضلانی را در این بیماران گزارش کرده‌اند. وینر نشان داد بیماران نوجوان مبتلا به اسکولیوسیز ناشناخته با عارضه ناهنجاری عملکردی قشر مغز همراه هستند و بین این دو ناهنجاری ارتباط وجود دارد (۱۶). برخی نیز ناهنجاریهای عصبی یا آناتومیکی سیستم عصبی را به عنوان عاملی برای بروز اسکولیوسیز ناشناخته مطرح کرده‌اند (۱۷). کی‌سن و همکاران طی تحقیقاتی در مقایسه تعادل بیماران اسکولیوسیز و افراد سالم مشاهده کردند که نارسایی گیرنده‌های حسی - عمقی اندام فوقانی فقط در بیماران اسکولیوسیز راست دست

بودند از وضعیت ایستاده آناتومیکی، وضعیت ایستاده با فلکشن سر و ایستاده با هیپر اکستنشن سر (تصاویر ۱-۳).



تصویر ۱



تصویر ۲



تصویر ۳

تصاویر ۱ تا ۳: دستگاه تعادل سنج و نحوه استقرار آزمودنی در روی دستگاه نمایش داده شده است.

مذکور شامل یک صفحه دایره‌ای مدرج به نام صفحه تعادل سنج بود که بر روی یک گوی بزرگ شامل چند سنسور قرار داشت و می توانست براحتی در جهت‌های مختلف نسبت به وضعیت افقی تغییر حالت یابد. ثبات صفحه تعادل سنج در درجات مختلف نسبتاً پایدار و ناپایدار قابل تنظیم بود. در درجات ناپایدار، این صفحه به کوچکترین تغییرات مرکز ثقل حساس بوده و به راحتی با تغییر اندازه نیروی فشار پاها جهت صفحه متناسب با جهت و اندازه نیروی گشتاور اعمال شده تغییر می کرد. اما در درجه نسبتاً پایدار مقاومت صفحه در مقابل نیروی گشتاور ناشی از وزن فرد بیشتر شده و میزان تغییر جهت صفحه در اثر جابجایی مرکز ثقل کمتر می شد. انحرافات صفحه در تمامی جهات یک دایره میسر بود. دستگاه تعادل سنج نتیجه این انحرافات را بطور میانگین و در قالب سه شاخص بترتیب تحت عناوین شاخص انحراف کلی (total)، شاخص انحراف در جهت قدامی-خلفی (Anterio-Posterior (AP) و شاخص انحراف در جهت میانی-جانبی (Medio-Lateral (ML) نشان می داد. میزان انحرافات صفحه از حالت افقی بمنزله میزان انحراف مرکز ثقل (COG) از مرکز سطح اتکا (Center Of Base Of Support (COBOS) بوده و این انحرافات بطور لحظه‌ای در حافظه دستگاه ثبت می شدند. روش اجرای تست بدین صورت بود که ابتدا آزمودنی در وضعیت تعریف شده بر روی صفحه تعادل به نوعی استقرار می یافت که نقطه اثر نیروی ثقل او یعنی COG با مرکز COBOS منطبق بوده و صفحه کاملاً در سطح افقی قرار می گرفت. با اعلام آمادگی و پس از زدن دکمه شروع، تعادل فرد تا مدت ۲۰ ثانیه اندازه گیری می شد. متناسب با نوسانات پوسچری فرد، همینکه نقطه اثر نیروی ثقل فرد از مرکز سطح اتکا دور می شد، صفحه زیر پای فرد نیز به همان سمت خم شده و فرد بطور دینامیک سعی در برگرداندن مرکز ثقل خود به مرکز سطح اتکا می نمود. آزمودنی در تمام مدت تست می بایستی تلاش می کرد که بطور دینامیک COG خود را همواره روی COBOS منطبق سازد. هر قدر کنترل حرکتی و تعادل فرد بهتر بود میزان انحراف COG از COBOS کمتر می شد. این آزمایش در وضعیت‌های متفاوتی که هر یک معرف یک تست می باشد انجام گرفت. این وضعیت‌ها عبارت

الف) تعادل در وضعیت ایستاده آناتومیکی: جدول ۱ میانگین اندازه‌های مربوط به انحرافات COG از COBOS را درحالت‌های پایدار و ناپایدار صفحه تعادل سنج نشان می‌دهد. همانطوریکه در جدول مذکور ملاحظه می‌شود، در تمامی حالت‌ها انحراف AP بزرگتر از انحرافات ML بود ( $p=0.001$ ).

جدول ۱: شاخص انحرافات صفحه تعادل ناشی از نوسانات مرکز ثقل وضعیت ایستاده آناتومیکی در حالت‌های مختلف پایداری صفحه تعادل (درجه)

گروه	حالت صفحه تعادل	مجموع انحرافات	انحراف قدامی-خلفی	انحراف جانبی-میانی
شاهد	نسبت‌پایدار	$1/5 \pm 0/21$	$1/26 \pm 0/18$	$1/00 \pm 0/16$
	ناپایدار	$2/27 \pm 0/43$	$1/83 \pm 0/34$	$1/45 \pm 0/34$
تجربی ۱	نسبت‌پایدار	$1/55 \pm 0/32$	$1/23 \pm 0/25$	$1/20 \pm 0/37$
	ناپایدار	$2/03 \pm 0/47$	$1/72 \pm 0/40$	$1/33 \pm 0/27$
تجربی ۲	نسبت‌پایدار	$1/16 \pm 0/17$	$1/03 \pm 0/47$	$0/83 \pm 0/15$
	ناپایدار	$1/61 \pm 0/40$	$2/24 \pm 2/93$	$1/12 \pm 0/21$

جدول ۲: آزمون آنالیز واریانس چند متغیره‌ای را بطور خلاصه نشان می‌دهد. این نتایج نشان دادند که هر دو عامل ثبات صفحه تعادل سنج و حالت سر در وضعیت ایستاده در میزان انحراف COG از COBOS بطور معنی‌داری موثر بودند ( $p=0.001$ ).

مدت زمان اجرای هر تست ۲۰ ثانیه بود که سه بار تکرار می‌شد. معدل انحرافات در این ۳ تکرار بعنوان شاخص انحرافات COG در جهات مختلف برای آن تست منظور می‌گردید. وضعیت ایستاده آناتومیکی بعنوان وضعیت مرجع در نظر گرفته شد. میزان افزایش انحراف COG از COBOS درحالت‌های فلکشن و هیپراکستنشن سر نشان دهنده کیفیت عملکرد سیستم دهلیزی است. بین هر دو آزمون متوالی دو دقیقه استراحت وجود داشت. هر آزمون یک بار در حالت نسبتاً پایدار صفحه (با سطح سختی ۸) و یک بار در حالت ناپایدار صفحه (با سطح سختی ۲) اجرا شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از روش آماری MANOVA و در محیط نرم افزاری SPSS استفاده گردید. براساس ترکیب آزمون‌های مختلف در یک گروه شاهد و دو گروه تجربی اثر عامل ثبات صفحه برای تحریک گیرنده‌های حسی - عمقی و عامل وضعیت سر برای تحریک سیستم دهلیزی مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. عامل ثبات صفحه دارای دو سطح پایدار و ناپایدار و عامل سردارای سه سطح مرجع (آناتومیکی)، فلکشن سر و هیپراکستنشن سر بود.

### نتایج:

در این بررسی متغیره‌ای مربوط به تعادل دینامیکی آزمودنی‌ها در سه حالت ایستاده آناتومیکی، ایستاده با فلکشن سر و ایستاده با هیپراکستنشن سر مورد ارزیابی قرار گرفتند.

جدول ۲: آزمون آنالیز واریانس چند متغیره‌ای (Multivariate Tests(c)

Effect		Value	F	H. df	E. df	Sig.
STABILIT	Hotelling's Trace	5.92	177.538(a)	1	30	0.00
STABILIT * GROUP	Hotelling's Trace	0.10	1.561(a)	2	30	0.23
HEAD	Hotelling's Trace	6.97	101.104(a)	2	29	0.00
HEAD * GROUP	Hotelling's Trace	0.91	6.38	4	56	0.00
BALANCE	Hotelling's Trace	17.15	248.653(a)	2	29	0.00
BALANCE * GROUP	Hotelling's Trace	1.29	9.05	4	56	0.00
STABILIT * HEAD	Hotelling's Trace	1.10	15.888(a)	2	29	0.00
STABILIT * HEAD * GROUP	Hotelling's Trace	0.20	1.38	4	56	0.25
STABILIT * BALANCE	Hotelling's Trace	2.51	36.418(a)	2	29	0.00
STABILIT * BALANCE * GROUP	Hotelling's Trace	0.24	1.69	4	56	0.17
HEAD * BALANCE	Hotelling's Trace	10.65	71.872(a)	4	27	0.00
HEAD * BALANCE * GROUP	Hotelling's Trace	1.48	4.82	8	52	0.01
STABILIT * HEAD * BALANCE	Hotelling's Trace	0.89	6.037(a)	4	27	0.00
STABILIT * HEAD * BALANCE * GROUP	Hotelling's Trace	0.12	0.38	8	52	0.93

a Exact statistic

b The statistic is an upper bound on F that yields a lower bound on the significance level.

c Design: Intercept+GROUP

COG کمتری برخوردار بودند. همانطوریکه در جدول ۲ نشان داده شد عامل وضعیت سر بطور معنی داری در میزان انحرافات COG از مرکز COBOS موثر بود. بنابراین میزان انحرافات COG در هر دو آزمون ایستاده با فلکشن سرو ایستاده با هیپراکستنشن سرنسبت به آزمون ایستاده در وضعیت آناتومیکی بطور معنی داری افزایش یافت (p=0.001).

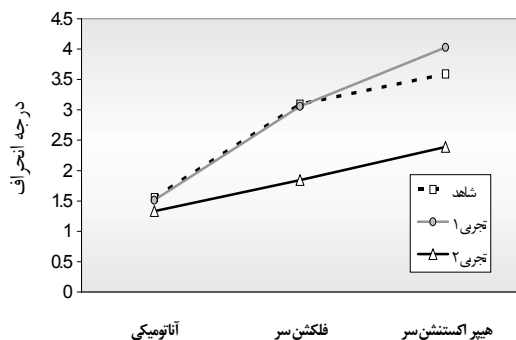
جدول ۳: شاخص انحرافات صفحه تعادل ناشی از نوسانات مرکز ثقل وضعیت ایستاده با فلکشن سر در حالت‌های مختلف پایداری صفحه تعادل (درجه)

گروه	حالت صفحه تعادل	مجموع انحرافات	انحراف قدامی- خلفی	انحراف جانبی- میانی
شاهد	نسبت‌پایدار	3/11 ± 0/83	2/57 ± 0/65	1/79 ± 0/61
	ناپایدار	4/55 ± 1/21	3/66 ± 1/04	2/88 ± 0/80
تجربی ۱	نسبت‌پایدار	3/03 ± 1/02	2/41 ± 0/83	1/88 ± 0/68
	ناپایدار	4/59 ± 1/03	3/70 ± 0/81	2/78 ± 0/85
تجربی ۲	نسبت‌پایدار	1/74 ± 0/79	1/43 ± 0/58	1/19 ± 0/37
	ناپایدار	2/73 ± 0/80	2/19 ± 0/76	1/78 ± 0/34

جدول ۴: شاخص انحرافات صفحه تعادل ناشی از نوسانات مرکز ثقل وضعیت ایستاده با هیپراکستنشن سر در حالت‌های مختلف پایداری صفحه تعادل (درجه)

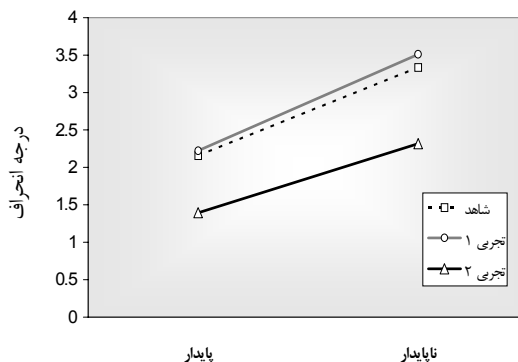
گروه	حالت صفحه تعادل	مجموع انحرافات	انحراف قدامی- خلفی	انحراف جانبی- میانی
شاهد	نسبت‌پایدار	3/24 ± 1/20	3/00 ± 0/99	1/76 ± 0/62
	ناپایدار	5/58 ± 1/55	4/75 ± 1/28	3/02 ± 0/84
تجربی ۱	نسبت‌پایدار	3/61 ± 1/07	3/06 ± 0/97	2/07 ± 0/57
	ناپایدار	6/47 ± 1/40	5/48 ± 1/20	3/49 ± 1/10
تجربی ۲	نسبت‌پایدار	2/08 ± 0/55	1/63 ± 0/47	1/44 ± 0/35
	ناپایدار	3/78 ± 1/18	3/08 ± 0/98	2/32 ± 0/75

اما الگوی این افزایش در گروه تجربی (II) با دو گروه دیگر (شاهد و گروه تجربی (I)) بطور معنی داری تفاوت داشت. این مفهوم در نمودار ۲ نشان داده شده است.



نمودار ۲: الگوهای متفاوت تغییر انحرافات COG ناشی از تعامل بین عامل وضعیت سر و عامل گروه

تحلیل عاملی نشان داد که عامل ثبات سطح اتکا (درجه پایداری صفحه تعادل سنج) در میزان انحرافات COG اثر معنی داری دارد (p<0.001). با این توصیف که در وضعیت ناپایدار صفحه تعادل سنج، میزان انحرافات COG بطور چشمگیری نسبت به حالت پایدار افزایش نشان داد. وقتی اثر عامل ثبات صفحه تعادل سنج به تنهایی و بدون در نظر گرفتن اثر سایر عوامل مورد بررسی قرار گرفت، انحرافات COG در حالت ناپایدار صفحه حدود (1/13 ± 0/08) بیش از حالت پایدار صفحه بود (P=0.001) که معادل 1/5 برابر افزایش نسبت به حالت پایدار است. البته این روند افزایش در هر سه گروه از الگوی مشابهی پیروی نمود. عبارت دیگر بین عامل بیماری و ثبات صفحه تعادل تعاملی وجود نداشت. نمودار ۱ فقدان تعامل بین عامل ثبات و عامل گروه را نشان می دهد.



نمودار ۱: تاثیر متقابل بین عامل ثبات صفحه و عامل گروه: یکسان بودن الگوی تغییر انحرافات COG در وضعیت‌های پایدار و ناپایدار صفحه تعادل سنج در هر سه گروه

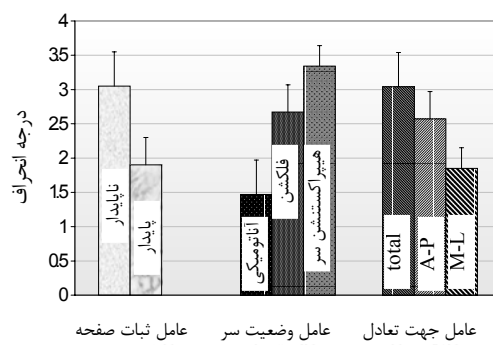
در مقایسه بین گروهها نشان داده شد که در کلیه متغیرها بین گروه شاهد و گروه تجربی (I) یعنی بیمارانی که در ورزش درمانی شرکت نداشتند، اختلاف معنی داری وجود نداشت و مقادیر مربوط به آنان با یکدیگر مشابه بودند. اما، میزان انحرافات COG از مرکز COBOS در گروه تجربی (II) یعنی بیماران اسکولیوسیز تحت ورزش درمانی از سایر گروهها بطور معنی داری کمتر بود (p=0.001). این اختلاف در هر دو حالت ثبات صفحه دیده شد. این نتایج نشان میدهد که ورزش اثر معنی داری در تقویت تعادل دینامیکی افراد بیمار داشته است. (ب) تعادل در وضعیت ایستاده با فلکشن و هیپراکستنشن سر: جدول‌های ۳ و ۴ نتایج بدست آمده از آزمون تعادل افراد در این وضعیتها را نشان میدهد. در این دو وضعیت نیز گروه تجربی (II) نسبت به سایر گروهها از انحرافات

بسیار نزدیک بودند؛ در حالی که در گروه تجربی (II) این انحراف بطور معنی داری از دو گروه دیگر کوچکتر بود ( $p=0.001$ ).

### بحث:

در این مطالعه تعادل دینامیکی سه گروه شاهد، بیماران اسکولیوسیز بدون فعالیت درمانی و نیز بیماران اسکولیوسیز تحت ورزش درمانی مورد مقایسه قرار گرفتند. در مطالعات پیشین کم و کیف وضعیت تعادل و عملکرد سیستم تعادلی در بیماران اسکولیوسیز بخوبی مشخص نشده است. همچنین بعضاً نتایج منتشر شده باهم متناقض هستند. به عنوان مثال دینر و بیرن به وجود ناهنجاری تعادلی در اسکولیوسیز اشاره کرده اند (۱۲،۱۳). در حالیکه گریگوریک و همکاران در مطالعه خود دریافتند که بیماران اسکولیوسیز از نظر تعادل هیچ تفاوتی با افراد عادی ندارند (۱۵). البته کلیه مطالعات قبلی روی تعادل در وضعیت ایستاده انجام شده است. در مطالعه حاضر که تعادل دینامیکی افراد مورد بررسی قرار گرفته است نتایج قابل توجهی بدست آمد. این نتایج نشان دادند که تغییر وضعیت سر موجب افزایش انحرافات COG در کلیه گروهها گردید. بر این اساس، دستکاری سیستم دهلیزی بعنوان یکی از عاملهای درگیر در تعادل نقش موثری در تغییرات تعادل افراد دارد. با توجه به اینکه در وضعیت ناپایدار صفحه تعادل سنج که طبیعتاً کنترل دینامیکی بالایی را نسبت به وضعیت پایدار می طلبد، افراد بیماری که ورزش کرده بودند بهتر از سایر گروهها توانستند تعادل خود را حفظ نمایند. در نتیجه می توان گفت که ورزش برای تقویت تعادل دینامیکی بدن موثر است. از طرفی، میزان انحرافات COG از COBOS پس از تغییر حالت سر در گروه بیماران ورزش کرده کمتر از سایر گروهها بود. اثر عامل ثبات صفحه تعادل سنج بدلیل فقدان تعامل با عامل گروه ربطی به وجود بیماری اسکولیوسیز یا ورزش کردن نداشت و تعادل هر سه گروه از ثبات سطح اتکاء یکسان اثر می پذیرند. نتایج این مطالعه نشان می دهند که در شرایط دینامیکی انحراف مرکز ثقل بدن بیماران اسکولیوسیز آیدیوپاتیک در وضعیت ایستاده آناتومیکی و

داده‌ها در این مورد نشان می دهند که تغییر حالت سر در وضعیت ایستاده در گروههای شاهد و تجربی (I) منجر به افزایش انحرافات قدامی-خلفی COG از مرکز BOS بین ۲ تا ۲/۵ برابر شده در حالی که این افزایش برای گروه تجربی (II) فقط حدود ۱/۵ برابر است. عبارت دیگر گروه تجربی (II) بخاطر انجام تمرینات ورزشی در شرایط دستکاری سیستم دهلیزی بهتر از گروههای تمرین نکرده واکنش نشان داده است. عامل ثبات سطح اتکا نیز اثر معنی داری در تعادل داشت. اما میزان این اثر در حالت‌های مختلف سر متفاوت بود ( $p=0.001$ ). در تحلیل عاملی میزان اثر مستقل هر یک از عاملها نیز بررسی گردید. نمودار ۳ میزان اثر هر یک از عاملهای مورد مطالعه را در انحرافات COG نشان میدهد. باید توجه داشت که اثرات نشان داده شده در نمودار ۳ برای هر یک از عاملها بدون تاثیر سایر عوامل محاسبه شده است\*.



نمودار ۳: مقایسه تاثیر ویژه هر یک از عاملهای مختلف در میزان انحرافات COG

این نمودار نشان می دهد که در عامل ثبات حالت ناپایداری و در عامل وضعیت سر حالت هیپر اکستنشن سر بیشترین تاثیر را در افزایش میزان انحرافات COG داشته‌اند. همچنین، انحراف COG در جهت AP بیش از این مقدار در جهت ML بود. البته بیشترین مقدار انحرافات در شاخص total مشاهده گردید. بررسی تعامل بین کلیه عاملها شامل عامل ثبات صفحه تعادل سنج، عامل وضعیت سر و عامل جهت تعادل نشان داد که انحرافات COG در گروههای شاهد و تجربی (I)

\* این مقادیر تاثیر متقابل با استفاده از تکنیک Stimated marginal means and standard errors of dependent variables در روش آماری GLM Univariate Estimates از زیر مجموعه عملیات آماری چند متغیره‌ای وابسته بدست آمده‌اند.

10. Weinstein SL, Ponseti IV. Curve progression in idiopathic scoliosis: Long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Am* 1983; 65:447.
  11. Lonstein JE, Winter RB. The milwaukee brace for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a review of one thousand and twenty patients. *J Bone Joint Surg Am* 1994; 76:1207-21.
  12. O Beirne J, Goldberg C, Dowling FE, Fogarty EE. Equilibrium dysfunction in scoliosis: cause or effect?. *J Spinal Disord* 1989; 2(3):184-9.
  13. Diener HC. Quantification of postural sway in normal and patients with cerebral disease. *Electroencephalography and Neurophysiology*. 1984; 57:134-142.
  14. Yamamoto H. A postural disequilibrium as an etiological factor in idiopathic scoliosis. Presented at the 17th annual meeting of the scoliosis research society. Denver, Colorado, 1982.
  15. Gregoric M, Pecak F, Trontelj JV, Dimitrijevic MR. Postural control in scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1981; 52:59-63.
  16. Winer-Vacher SR, Mazda K. Asymmetric otolith vestibulo-ocular responses in children with idiopathic scoliosis. *J Pediatr*. 1998; 132: 1028-32.
  17. Carr AJ. Adolescent idiopathic scoliosis in identical twins. *J.B.J.S. Br* 1990; 72:1077.
  18. Keessen W, Crowe A, Hearn M. Proprioceptive accuracy in idiopathic scoliosis. *Spine* 1992; 17:150-155.
- ایستاده با فلکشن و هیپراکستنشن سر از افراد سالم متفاوت نیست. ورزش درمانی منجر به کاهش انحرافات مرکز ثقل بدن در شرایط مورد آزمایش در این تحقیق گردید. بنابر این ورزش درمانی برای تقویت عملکرد گیرنده‌های حسی-عمقی بیماران اسکولیوسیز توصیه می‌شود. بررسی ویژگیهای تعادل دینامیکی با دستکاری سایر سیستمهای درگیر در تعادل ضروری است.
- منابع:**
1. Graf H, Mouilleseaux B. *Analyse tridimensionnelle de la scoliose*. France: Safir, 1990.
  2. Masafuim M. Cause of idiopathic scoliosis. *Spine* 1999; 24(24): 2576-83.
  3. Boachie-Adjei O, Lonner B. Spinal deformity. *Pediatr Clin North Am* 1996; 43: 883-897.
  4. Montgomery F, Wilner S. The natural history of idiopathic scoliosis: a study of the incidence of treatment. *Spine*. 1988; 13:401-404.
  5. Weinstein SL. Adolescent idiopathic scoliosis: Prevalence, natural history, treatment indications. Iowa : university of Iowa; Printing service.
  6. Nilsonne U, Lundgren KD. Long-term prognosis in idiopathic scoliosis. *Acta Orthop Scand* 1968; 39:456.
  7. Zorab PA, Prime FJ, Harrison A. Lung function in young persons after spinal fusion for scoliosis. *Spine* 1978; 4:22-28.
  8. Brath Waite MA. Cardio respiratory consequences of infused idiopathic scoliosis patients. *Br J Dis Chest*. 1986; 80:360-369.
  9. Aaro S, Ohlung C. Scoliosis and pulmonary function. *Spine* 1984; 9: 220-222.