



روایی و پایایی درون آزمونگر و بین آزمونگر یک روش ارزیابی کمی غیرتهاجمی پوسچر سر به جلو

شهرزاد زندی^{۱*}، رضا رجبی^۲، محمدحسین علیزاده^۳

۱. دانشجوی دکتری دانشگاه تهران

۲. استاد دانشگاه تهران

۳. دانشیار دانشگاه تهران

دریافت ۱۹ آذر ۱۳۹۳؛ پذیرش ۵ بهمن ۱۳۹۳

چکیده

زمینه و هدف: وضعیت سر از جمله مواردی است که در معاینات اولیه، ارائه راهکارهای درمانی و ارزیابی روند پیشرفت بیماران مبتلا به گردن درد مورد توجه قرار می‌گیرد. به دلیل خطرهای ناشی از رادیوگرافی‌های مکرر به منظور ارزیابی وضعیت سر و گردن، تحقیقاتی در زمینه‌ی روش‌های غیرتهاجمی ارزیابی این ناحیه به چشم می‌خورد که یا پرهزینه بوده و به طور معمول در دسترس نیستند یا به صورت کیفی بوده و قابل قیاس نیستند. یا در آن از تصویربرداری از نمای ساجیتال استفاده می‌شود که به دلیل مسائل شرعی و عرفی جامعه به ویژه برای نمونه‌های مؤنث کاربرد ندارند. روش بررسی: به همین دلیل این تحقیق بر آن بود تا با بررسی روایی و پایایی یک روش غیرتهاجمی ارزیابی پوسچر سر بدون نیاز به عکس برداری، روشی کم‌هزینه، آسان، کمی و قابل استفاده بر روی کلیه اشخاص جامعه را به محققان پیشنهاد کند. مقدار زاویه‌ی کرانیوورترال ۱۲ فرد با رادیوگرافی جانبی گردن توسط متخصص رادیولوژی محاسبه و به عنوان مرجع تحقیق حاضر در نظر گرفته شد. پنج دقیقه پس از رادیولوژی، فرد پشت به دیوار ایستاده و دو آزمونگر زاویه‌ی کرانیوورترال او را از طریق روش پیشنهادی تحقیق سه مرتبه اندازه گرفتند و میانگین سه مرتبه به عنوان زاویه‌ی کرانیوورترال فرد ثبت شد. همچنین برای بررسی پایایی درون - آزمونگر ارزیابی بر روی ۱۵ نمونه‌ی مستقل از ۱۲ آزمودنی شرکت‌کننده در بررسی روایی با فاصله‌ی زمانی ۵ و ۱۰ دقیقه انجام شد. از میانگین سه بار اندازه‌گیری هر آزمونگر برای محاسبه‌ی پایایی بین آزمونگر استفاده شد. یافته‌ها: نتایج به دست آمده از طریق ضریب همبستگی پیرسون در سطح معناداری ۰/۰۵ به وسیله‌ی نرم‌افزار SPSS 18 بررسی شد. نتایج بیانگر همبستگی بالای اندازه‌گیری‌های هر دو آزمونگر نسبت به روش اندازه‌گیری از روی عکس رادیوگرافی (۰/۸۵۷ و ۰/۸۳۷) بود. همچنین پایایی درون آزمونگر ۰/۸۹۵ و ۰/۸۷۱، در اندازه‌گیری بعد از ۵ دقیقه و ۰/۸۸۵ و ۰/۸۴۷ در اندازه‌گیری بعد از ۱۰ دقیقه مشاهده شد. پایایی بین آزمونگر اول و دوم نیز ۰/۹۳۳ محاسبه شد. نتیجه‌گیری: باتوجه به بالا بودن روایی نسبت به رادیوگرافی و پایایی درون آزمونگر و بین آزمونگر روش حاضر و همچنین سادگی، عدم نیاز به وسیله‌ی اندازه‌گیری خاص یا پرهزینه، در دسترس بودن، امکان استفاده برای نمونه‌ها در هر دو جنس و گزارش کمی از اندازه‌گیری، می‌توان این روش را به عنوان جایگزین قابل قبولی برای اندازه‌گیری زاویه‌ی کرانیوورترال در معاینات اولیه، ارائه راهکارهای درمانی و ارزیابی روند بهبود وضعیت سر به جلو پیشنهاد کرد.

واژگان کلیدی

پوسچر سر به جلو

روش اندازه‌گیری

روایی

پایایی

Archive of SID

مقدمه

وضعیت سر از جمله مواردی است که در معاینات اولیه، ارائه‌ی راهکارهای درمانی و ارزیابی روند پیشرفت بیماران مبتلا به گردن درد مورد توجه قرار می‌گیرد (فرناندز دلازپناس، آلونسو بلانکو، کوادرادو، گروین و پرچا،^۱ ۲۰۰۶: ۴۵۴؛ گریگل موریس، لارسن، مولرکلاوس و اوتیس،^۲ ۱۹۹۲: ۴۲۵؛ پیچ، فرانک و لاردنر،^۳ ۲۰۱۰: ۱۷۶؛ ییپ، چيو و پون،^۴ ۲۰۰۸: ۱۴۸). در حالت عادی، سر باید در وضعیت متعادل و در امتداد تنه قرار گیرد، به‌گونه‌ای که خط شاقول از لاله‌ی گوش و پشت مهره‌های گردنی و از برابر زائده‌ی آخرمی بگذرد. هنگامی که سر به جلو متمایل باشد، دو نقطه‌ی شکاف لاله‌ی گوش و زائده‌ی آخرمی در یک راستا نیستند و به این انحراف ناحیه‌ی گردنی، وضعیت سر به جلو می‌گویند (هریسون و همکاران،^۵ ۲۰۰۵؛ جکسون،^۶ ۱۹۷۱؛ کاپانچی،^۷ ۱۹۸۹؛ پتیبون و هریسون،^۸ ۱۹۸۴). این نوع پوسچر وضعیتی است که اغلب بر اثر نشست‌های غلط، ارتفاع نامناسب میز مطالعه و کار با کامپیوتر به‌وجود می‌آید. این وضعیت به‌طور معمول با اختلال‌های عضلانی و درد ناحیه‌ی سر، گردن و شانه‌ها همراه است. این اختلال پوسچرال با اختلال‌های پوسچرال دیگری همچون پروترکشن شانه و کابفوز سینه‌ای افزایش‌یافته همراه است (پیچ و همکاران، ۲۰۱۰) و اغلب به‌همراه یک یا چند عارضه‌ی دیگر همچون فشار افزایش‌یافته روی مفصل فکی - گیجگاهی و دیگر مفاصل (پتیبون و هریسون، ۱۹۸۴)، فشار افزایش‌یافته روی عضلات پشت گردن (جکسون، ۱۹۷۱)، گیر افتادن ریشه‌های عصبی (کاپانچی، ۱۹۸۹)، افتادگی شانه‌ها (کاپانچی، ۱۹۸۹)، افتادگی قفسه‌ی سینه‌ای و کاهش عملکرد ریوی (کیسنر و کلبی،^۹ ۲۰۰۷؛ پتیبون و هریسون، ۱۹۸۴) به چشم می‌خورد. به همین دلیل ارزیابی این وضعیت در فرایندهایی مانند پیشگیری، تشخیص و ارزیابی روند اصلاح عارضه بسیار حائز اهمیت است.

به‌منظور اندازه‌گیری این وضعیت از نشانه‌های استخوانی متعددی مانند زائده‌ی خاری، غضروف قدامی سوراخ گوش (تراگوس گوش^{۱۰})، گوشه‌ی بیرونی چشم یا زائده‌ی پستانی استفاده شده است، ولی از این میان، زاویه‌ی کرانیوورتربرال^{۱۱} (CV) که زاویه‌ی خط گذرنده از انتهای زائده‌ی خاری مهره‌ی C7 و تراگوس گوش با خط افق است، بیشتر مورد توجه و تأیید محققان قرار گرفته است (برونتون، برونون و مویری،^{۱۲} ۲۰۰۳؛ کوچیا و کارولا^{۱۳}، ۲۰۰۹). استفاده از روش اندازه‌گیری این عارضه (استاندارد طلایی)، استفاده از روش رادیوگرافی از نمای جانبی ستون مهره‌های گردنی است که به‌دلیل خطرهای ناشی از رادیوگرافی‌های مکرر به‌طور معمول در موارد غیرپاتولوژیک همچون بررسی وضعیت پوسچر و ناهنجاری سر به جلو به‌کار نمی‌رود. به‌منظور ارزیابی وضعیت سر و گردن، تحقیقاتی در زمینه‌ی روش‌های غیرتهاجمی ارزیابی این ناحیه به چشم می‌خورد که یا نیازمند ابزار و روش خاصی هستند که پرهزینه بوده و به‌طور معمول در دسترس نیستند (لائو، چيو و لام،^{۱۴} ۲۰۰۹؛ نیوا، کرکوود و گادینو،^{۱۵} ۲۰۰۹؛ اسمیت، آزبورن، لانگ-کرافورد و ساندالیسیدی،^{۱۶} ۱۹۹۸؛ ییپ و همکاران، ۲۰۰۸). یا گزارش‌های آن همچون استفاده از صفحه‌ی شطرنجی و خط شاقولی و آزمون نیویورک به‌صورت کیفی بوده و قابل قیاس نیستند (گریگل-موریس و همکاران، ۱۹۹۲؛ کیم، یی، کن، چو و یی،^{۱۷} ۲۰۰۸). یا در آن از تصویربرداری از نمای ساجیتال گردن (بدون پوشش) برای اندازه‌گیری زاویه‌ی کرانیوورتربرال استفاده می‌شود (برونتون و همکاران، ۲۰۰۳؛ کوچیا و کارولا، ۲۰۰۹؛ فرناندز دلازپناس و همکاران، ۲۰۰۶؛ رین و تومی،^{۱۸} ۱۹۹۷) که نیازمند استفاده از تجهیزات مخصوص و تنظیمات دقیق است. از طرفی وسایل اندازه‌گیری همچون خط‌کش منعطف که یکی از بهترین روش‌های ارزیابی غیرتهاجمی ستون فقرات است، در ستون فقرات گردنی دارای روایی و پایایی مورد قبول نیست (هریسون، جانیک، ترویانوویچ و هولاند،^{۱۹} ۱۹۹۶). از طرفی،

10. Tragus

11. Craniovertebral

12. Brunton, Brunton and Mhuiri

13. Cuccia and Carola

14. Lau, Chiu and Lam

15. Neiva, Kirkwood and Godinho

16. Smith, Osborne, Long-Crawford and Sandalcidi

17. Kim, Yi, Kwon, Cho and Yoo

18. Raine and Twomey

19. Harrison, Janik, Troyanavich and Holland

1. Fernández-de-las-Peñas, Alonso-Blanco, Cuadrado, Gerwin and Pareja

2. Griegel-Morris, Larson, Mueller-Klaus and Oatis,

3. Page, Frank and Lardner

4. Yip, Chiu and Poon

5. Harrison et al

6. Jackson

7. Kapandji

8. Pettibon and Harrison

9. Kisner and Colby

انجام گرفته از آزمودنی‌ها به حداقل برسد. در مجموع، ۱۲ مورد مناسب برای ورود به تحقیق انتخاب شده و اندازه‌گیری‌ها در سه زمان با فاصله‌ی ۵ دقیقه توسط هر آزمونگر انجام گرفت و میانگین این سه اندازه‌گیری به منظور مقایسه با رادیوگرافی محاسبه شد. نمونه‌های شرکت‌کننده شامل شش مرد و شش زن با میانگین سنی ۳۴ سال و انحراف معیار ۶/۵ سال بودند. مشخص کردن علامت‌های استخوانی و اندازه‌گیری زاویه‌ی کرانیوورتربرال (زاویه‌ی خط گذرنده از انتهای زائده‌ی خاری مهره‌ی C7 و سوراخ گوش - auditory meatus - نسبت به خط افق) نیز از روی عکس رادیوگرافی زیر نظر پزشک متخصص رادیولوژی انجام گرفت (هریسون و همکاران، ۱۹۹۶) (شکل ۱). همبستگی اندازه‌گیری‌های انجام گرفته با اندازه‌گیری از طریق عکس رادیولوژی از طریق ضریب همبستگی پیرسون به وسیله‌ی نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۱۸ در سطح معناداری ۰/۰۵ صورت گرفت.

روش بررسی پایایی

به منظور بررسی پایایی درون آزمونگر و بین آزمونگر روش، ۱۵ آزمودنی مستقل از ۱۲ آزمودنی شرکت‌کننده در بررسی روایی، انتخاب شده و زاویه‌ی کرانیوورتربرال آنها توسط دو آزمونگر اندازه‌گیری شد. هر آزمونگر سه بار به فاصله‌ی زمانی ۵ دقیقه اندازه‌گیری‌ها را انجام داد. مقادیر به دست آمده در سه اندازه‌گیری هر آزمونگر به منظور تعیین پایایی درون آزمونگر (پایایی اندازه‌گیری پس از ۵ و ۱۰ دقیقه) مورد استفاده قرار گرفت. فاصله‌ی زمانی بین اندازه‌گیری آزمونگر اول با دوم نیز ۱۵ دقیقه در نظر گرفته شد. سپس میانگین سه بار اندازه‌گیری هر آزمونگر محاسبه و از آن برای محاسبه‌ی پایایی بین آزمونگر استفاده شد (کوچیا و کارولا، ۲۰۰۹: ۱۷۳۲). نتایج به دست آمده از طریق ضریب همبستگی پیرسون در سطح معناداری ۰/۰۵ به وسیله‌ی نرم‌افزار SPSS 18 بررسی شد.

در جامعه‌ی ایران به دلیل ملاحظات عرفی و شرعی، نمی‌توان از روش‌های تصویربرداری نمای جانبی وضعیت سر و گردن، به ویژه برای انجام تحقیقات استفاده کرد و این مسأله به ویژه در تحقیقات دانشجویان تحصیلات تکمیلی رشته‌های مرتبط مشکل ایجاد کرده است. به همین دلیل این تحقیق بر آن بود تا روش جدید غیرتهاجمی ارزیابی پوسچر سر را که به عکسبرداری نیاز ندارد، بررسی کند. این روش، کم‌هزینه، آسان، کمی و قابل استفاده برای کلیه‌ی اقشار جامعه است و به محققان پیشنهاد می‌شود روایی و پایایی آن را گزارش کنند.

روش تحقیق

به منظور بررسی روایی روش پیشنهادی در این تحقیق، از بررسی ارتباط نتایج حاصل از این روش با روش رادیوگرافی (بر روی ۱۲ نمونه) استفاده شد. همچنین برای بررسی پایایی درون آزمونگر (بر روی ۱۵ نمونه) از روش - test retest با فاصله‌ی زمانی ۵ و ۱۰ دقیقه و برای پایایی بین آزمونگر از ارزیابی توسط دو آزمونگر استفاده شد.

روش بررسی روایی

به این منظور پس از هماهنگی‌های لازم با مرکز تخصصی رادیولوژی، افرادی که بنا بر تجویز پزشک معالج خود به منظور رادیوگرافی ناحیه‌ی گردن به آن مرکز مراجعه کرده بودند، انتخاب شده و هدف از اجرای تحقیق و روال اندازه‌گیری برای آنها توضیح داده شد. پس از کسب موافقت افراد برای شرکت در این تحقیق و انجام رادیوگرافی از نمای جانبی ناحیه‌ی گردنی، زاویه‌ی سر به جلو توسط دو آزمونگر اندازه‌گیری شد. شایان ذکر است که دستگاه رادیوگرافی و تنظیمات آن برای تمام نمونه‌ها یکسان بود و اندازه‌گیری‌ها به فاصله‌ی پنج دقیقه پس از رادیوگرافی انجام گرفت. محل ایستادن آزمودنی‌ها در زمان رادیوگرافی نیز به وسیله‌ی ماژیک روی زمین علامت زده شد تا تفاوت بین رادیوگرافی



شکل ۱: روش محاسبه‌ی اندازه‌گیری زاویه‌ی کرانیوورتهبرال از روی عکس رادیولوژی جانبی ناحیه‌ی گردنی

روش اندازه‌گیری

روش اندازه‌گیری‌ها به این صورت بود که ابتدا زائده‌ی خاری مهره‌ی فرد از طریق لمس کردن علامت‌گذاری شده و سپس با رعایت شرایط لازم (نداشتن کفش و پوشش در ناحیه‌ی سر و گردن) پشت به دیوار (بدون اینکه نقطه‌ای از بدن با دیوار در تماس باشد) در وضعیت راحت ایستاده و فاصله‌ی افقی غضروف گوش (X1) و زائده‌ی خاری مهره‌ی هفتم گردنی (X2) از دیوار پشت سر توسط آزمونگر اول به‌وسیله‌ی خط‌کش مخصوص اندازه‌گیری شده و با کم کردن این دو مقدار از یکدیگر، فاصله‌ی افقی غضروف گوش و C7

از یکدیگر (X) مشخص شد ($X=X_1-X_2$). ارتفاع هر کدام از این دو نقطه نیز روی دیوار علامت زده شده و با کم کردن این دو ارتفاع از یکدیگر، فاصله‌ی عمودی این دو نقطه (Y) محاسبه شد. با قرار دادن مقادیر X و Y در فواصل آرکتانژانت $(\theta = \tan^{-1} \frac{Y}{X})$ ، زاویه‌ی خط گذرنده از C7 و غضروف گوش با خط افق (θ) که همان زاویه‌ی کرانیوورتهبرال است، محاسبه شد (شکل ۲).



شکل ۲: سمت راست اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی زائده‌ی خاری C7 از دیوار؛ وسط: اندازه‌گیری فاصله‌ی افقی غضروف گوش از دیوار؛ سمت چپ: محاسبه‌ی زاویه کرانیوورتهبرال

نتایج و یافته‌های تحقیق

نتایج آزمون ضریب همبستگی پیرسون که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، بیانگر همبستگی بالای اندازه‌گیری‌های هر دو آزمونگر نسبت به روش اندازه‌گیری از روی عکس رادیوگرافی (۰/۸۵۷ و ۰/۸۳۷)، به‌ترتیب برای اندازه‌گیری آزمونگر اول و دوم) بود (جدول ۱). نتایج بررسی پایایی روش

نیز حاکی از پایایی درون آزمونگر ۰/۸۹۵ برای آزمونگر اول و ۰/۸۷۱ برای آزمونگر دوم در اندازه‌گیری بعد از ۵ دقیقه و پایایی درون آزمونگر ۰/۸۸۵، برای آزمونگر اول و ۰/۸۴۷ برای آزمونگر دوم در اندازه‌گیری بعد از ۱۰ دقیقه است. پایایی بین آزمونگرهای اول و دوم نیز ۰/۹۳۳ محاسبه شد. این نتایج به‌طور خلاصه در جدول ۲ آمده است.

جدول ۱: روایی روش اندازه‌گیری زاویه‌ی کرانیوورتبرال نسبت به روش رادیوگرافی ($P < 0.05$)

تعداد	میانگین \pm انحراف معیار	دامنه	r
۱۲	۴/۸۵ \pm ۵۰/۰۱	۴۱/۵۸ تا ۵۸/۹۶	۰/۸۵۷
۱۲	۴/۷۲ \pm ۴۹/۴۸	۳۹/۹۵ تا ۵۷/۵۲	۰/۸۳۷
۱۲	۵/۱۹ \pm ۵۲/۷۴	۴۵/۳۲ تا ۶۱/۱۲	

جدول ۲: پایایی درون آزمونگر و بین آزمونگر ($P < 0.05$)

تعداد	میانگین \pm انحراف معیار	دامنه	ICC درون آزمونگر	ICC بین آزمونگر
۱۵	۴/۰۱ \pm ۴۹/۹۴	۴۱/۴۲ تا ۵۷/۹۲	۰/۸۹۵ (پس از ۵ دقیقه)	۰/۸۸۵ (پس از ۱۰ دقیقه)
۱۵	۴/۳۸ \pm ۵۰/۷۶	۴۱/۲۱ تا ۵۷/۵۳	۰/۸۷۱ (پس از ۵ دقیقه)	۰/۸۴۷ (پس از ۱۰ دقیقه)

بحث و نتیجه‌گیری

اندازه‌گیری‌های دو آزمونگر نیز ارتباط بسیار زیادی وجود دارد که بیانگر پایایی بالای بین آزمونگر این روش است. باتوجه به بالا بودن روایی نسبت به رادیوگرافی و پایایی درون آزمونگر و بین آزمونگر روش حاضر و همچنین سادگی، عدم نیاز به وسیله‌ی اندازه‌گیری خاص یا پرهزینه، در دسترس بودن، امکان استفاده برای نمونه‌ها در هر دو جنس و گزارش کمی از اندازه‌گیری، می‌توان این روش را به‌عنوان جایگزین قابل‌قبولی برای اندازه‌گیری زاویه‌ی کرانیوورتبرال در معاینات اولیه، ارائه‌ی راهکارهای درمانی و ارزیابی روند بهبود وضعیت سر به جلو به کار برد.

همان‌طور که نتایج نشان داد، روایی این روش در دو آزمونگر به‌ترتیب ۰/۸۵۷ و ۰/۸۳۷ محاسبه شد که بیانگر همبستگی بالا (توماس، نلسون و سیلورمن^۱، ۲۰۰۵: ۱۳۲) و در نتیجه روایی نسبتاً بالای اندازه‌گیری‌های هر دو آزمونگر با روش استاندارد طلایی یعنی رادیوگرافی است. البته همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد، میانگین مقادیر زاویه‌ی کرانیوورتبرال به‌دست‌آمده از رادیوگرافی از میانگین زاویه‌ی کرانیوورتبرال اندازه‌گیری‌های دو آزمونگر حدود ۳ الی ۴ درجه بیشتر است. این تفاوت در میانگین را احتمالاً می‌توان به تفاوت جزئی محل نقاط شاخص در اندازه‌گیری رادیولوژی نسبت به اندازه‌گیری از روی نقاط شاخص سطحی بدن نسبت داد. در اندازه‌گیری به روش آناتومی سطحی، به‌علت بافت نرم روی زائده‌ی خاری مهره، محل نقطه‌ی شاخص مربوط به زائده‌ی خاری C7 کمی با محل دقیق این زائده که در عکس رادیولوژی مشخص است، متفاوت بوده و این تفاوت ممکن است به بدست آمدن زاویه‌ی کرانیوورتبرال بالاتر در روش رادیولوژی منجر شود.

بررسی ارتباط مقادیر در اندازه‌گیری پس از ۵ و ۱۰ دقیقه نیز بیانگر پایایی درون آزمونگر نسبتاً بالای این روش بود. البته این پایایی در دو آزمونگر حدود ۲ تا ۴ صدم تفاوت داشت که احتمالاً به دلیل تفاوت بسیار جزئی نحوه‌ی قرارگیری سر آزمودنی‌ها در اندازه‌گیری‌های مختلف یا تفاوت جزئی در انتخاب نقاط شاخص قابل اغماض است. ضمن اینکه در بررسی پایایی بین آزمونگر می‌بینیم که بین

References

- Brunton, J., Brunton, E., Mhuiri, A.N. (2003). "Reliability of measuring natural head posture using the craniocervical angle". The Irish Ergonomics Society Annual Conference, ed O'Sullivan LW, p. 37-41.
- Cuccia, A.M., Carola, C. (2009). "The measurement of craniocervical posture: A simple method to evaluate head position". *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 73, p. 1732-1736.
- Fernández-de-las-Peñas, C., Alonso-Blanco, C., Cuadrado, M.L., Gerwin, R.D., Pareja, J.A. (2006). "Trigger Points in the Suboccipital Muscles and Forward Head Posture in Tension-Type Headache". *Headache.* 46(3), p. 454-460.
- Griegel-Morris, P., Larson, K., Mueller-Klaus, K., Oatis, C.A. (1992). "Incidence of common postural problems in the cervical, shoulder and thoracic regions and their association with muscle imbalance and pain". *J Physical Ther.* 72(6), p. 425-431.
- Harrison, D.D., Janik, T., Troyanavich, S., Holland, B. (1996). "Comparisons of cervical spine curvatures to a theoretical model of the static sagittal cervical spine". *Spine.* 21, p. 667-675.
- Harrison, D.E., Haas, J.W., Cailliet, R., Harrison, D.D., Holland, B., Janik, T.J. (2005). "Concurrent validity of flexicurve instrument measurements: Sagittal skin contour of the cervical spine compared with lateral cervical radiographic measurements". *J Manipul Physiol Ther.* 28(8), p. 597-603.
- Jackson, R. (1971). *The cervical syndrome*. Charles C Thomas publisher, Springfield, Illinois.
- Kapandji, I.A. (1989). *The physiology of the joints. Annotated diagram of the mechanics of the human joints* (volume one- Upper limb). 5th ed. Churchill livingstone, London.
- Kim, M.H., Yi, C.H., Kwon, O.Y., Cho, S.H., Yoo, W.G. (2008). "Changes in neck muscle electromyography and forward head posture of children when carrying schoolbags". *Ergonomics.* 51, p. 890-901.
- Kisner, C., Colby, L.A. (2007). *Therapeutic Exercise: Foundations and Techniques*. 5th ed. Margaret Biblis, Phyladelphia, p. 383-398.
- Lau, H.M.C., Chiu, T.T.W., Lam, T.H. (2009). "Clinical measurement of craniocervical angle by electronic head posture instrument: A test of reliability and validity". *Manual Ther.* 14, p. 363-368.
- Neiva, P.D., Kirkwood, R.N., Godinho, R. (2009). "Orientation and position of head posture, scapula and thoracic spine in mouth-breathing children". *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 73, p. 227-236.
- Page, P., Frank, C.C., Lardner, R. (2010). *Assessment and Treatment of Muscle Imbalance: The Janda Approach*. Human kinetics, Champaign, IL, p. 176-190.
- Pettibon, B.R., Harrison, D.D. (1984). *Pettibon Spinal Biomechanics Theory and Implications*. Pettibon Biomechanics Institute.
- Raine, S., Twomey, L.T. (1997). "Head and shoulder posture variations in 160 asymptomatic women and men". *Arch Phys Med Rehabil.* 78(11), p. 1215-1223.
- Smith, M.B., Osborne, J., Long-Crawford, B., Sandalcidi, D. (1998). "Reliability of Cranio-Vertebral Relationships in Normal Head Posture Using Modified Lateral Cephalometries". *J Manual Manipul Ther.* 6(4), p. 186-191.
- Thomas, J.R., Nelson, J.K., Silverman, S. (2005). *Research Methods in Physical Activity*. Human Kinetics, Champaign, Illinois, p. 132-134.
- Yip, C.H.T., Chiu, T.T.W., Poon, A.T.K. (2008). "The relationship between head posture and severity and disability of patients with neck pain". *Manual ther.* 13(2), p. 148-154.