

F. Sichtung, Ch. Büttner

Die Auswirkungen einer Beckenkompressionsorthese auf das Gleichgewichtsvermögen bei Patienten mit chronischen Schmerzen im Bereich des Iliosakralgelenks

Effects of a Pelvic Compression Belt on Balance Control in Patients with Chronic Sacroiliac Joint Pain

Patienten mit Schmerzen im Bereich des Iliosakralgelenks (ISG) leiden oftmals auch unter Störungen des Gleichgewichts, wofür eine veränderte sensomotorische Kontrolle verantwortlich gemacht wird. Ein konservativer Therapieansatz ist die Beckenkompressionsorthese, welche die Beckenstrukturen stabilisieren sowie entlasten soll und zudem die motorische Kontrolle beeinflusst. Vor diesem Hintergrund wurde die Auswirkung einer Beckenorthese auf das Gleichgewicht von ISG-Patienten untersucht. Die Ergebnisse zeigen eine Minderung der Center-of-Pressure (CoP)-Strecke um 7,9 %, was für eine verbesserte Gleichgewichtsfähigkeit durch das Tragen der Orthese spricht. Die Wirkung der Beckenkompressionsorthese ist damit ein Indiz für die Unterstützung des sensomotorischen Theoriemodells.

Schlagwörter: Beckenkompressionsorthese, Iliosakralgelenkschmerzen, sensomotorische Kontrolle

Sacroiliac joint (SIJ) patients often also suffer from impaired balance, which is assumed to be due to changes in sensory-motor control. One conservative treatment strategy is a pelvic compression belt that stabilises and relieves the pelvic structures and enhances motor control. The aim of this study was to investigate the effect of a pelvic compression belt on balance response in SIJ patients. The results show a reduction of 7.9% in the centre of pressure (CoP) excursion when

the belt is worn, indicating enhanced balance control. The effect of the pelvic compression belt thus supports the sensory-motor control theory.

Key words: pelvic compression belt, sacroiliac joint pain, sensory-motor control

Einleitung

Tiefer Rückenschmerz im Bereich des Kreuzbeins gehört zu den häufigsten Erkrankungen des Bewegungsapparates [1]. Auch in Deutschland stellt die zumeist chronisch verlaufende Erkrankung eine erhebliche Belastung für das Gesundheitssystem dar, verursacht durch Kosten für Arztbesuche, Therapiebehandlungen und Arbeitsausfälle [1, 2, 3]. Betroffene leiden häufig unter Schlafstörungen, Depressionen, körperlichen Bewegungseinschränkungen und Erschöpfungserscheinungen [4]. Nicht selten treten zudem Störungen der Gleichgewichtsfähigkeit auf. Dies belegen auch aktuelle Studien [5, 6, 7]. So konnte etwa gezeigt werden, dass Patienten mit Rückenschmerzsymptomen im Bereich des Iliosakralgelenks (ISG) eine verringerte posturale Stabilität im Vergleich zu einer gesunden Kontrollgruppe aufwiesen [7]. Als häufigste Ursache für die eingeschränkte Koordinationsfähigkeit wird eine Störung der sensomotorischen Kontrolle angenommen [8], ausgelöst durch ein traumatisches Erlebnis oder eine dauerhafte Überlastung des Bewegungsapparates [9]. Vor diesem Hintergrund sollte das Ziel einer konservativen Behand-

lungsstrategie die Entlastung des Bewegungsapparates und die Wiederherstellung einer uneingeschränkten sensomotorischen Kontrolle sein.

Ein vielversprechender Therapieansatz in diesem Zusammenhang ist die Anwendung einer Beckenkompressionsorthese. Die Anwendung einer Beckenorthese verfolgt das Ziel, den Bewegungsapparat im Bereich des Beckens durch eine Stabilisierung zu entlasten. Bestehende Studien legen eine schmerzlindernde Wirkung und eine Beeinflussung der motorischen Kontrolle nahe [10, 11, 12]. Den dabei zugrundeliegenden Wirkungsmechanismen einer Beckenkompressionsorthese hat man sich unter anderem mit Hilfe einer Computersimulationsstudie genähert [13]. Die Simulationsergebnisse geben Hinweise darauf, dass durch die komprimierende Wirkung der Orthese das Ausmaß der Beckenbewegung reduziert wird. Diese Erkenntnisse führen zu der Annahme, dass mit der Stabilisierung des Beckens auch unmittelbar Einfluss auf die neuromuskuläre Bewegungskontrolle und damit das Gleichgewicht von Rückenschmerzpatienten genommen wird. Ein experimenteller Nachweis dieser Annahme steht jedoch noch aus.

Ziel dieser Studie ist es, sich dem Zusammenhang zwischen Beckenkompression und Gleichgewichtsfähigkeit experimentell zu nähern. Geleitet wird die Untersuchung durch die Hypothese, dass die Anwendung einer Beckenkompressionsorthese bei Patienten mit chronischen ISG-Schmerzen zu einer unmittelbaren Verbesserung des Gleichgewichts führt.

Methodik

An der Studie nahmen 44 Probanden (Alter: $43,5 \pm 12,1$ Jahre, Größe: $170,7 \pm 8,6$ cm, Gewicht: $76,0 \pm 17,8$ kg, Schmerzdauer: $8,1 \pm 7,4$ Jahre) mit chronischen ISG-Schmerzen teil. Diese zeigten bei einer medizinischen Voruntersuchung mindestens drei positive ISG-Provokationstests nach Laslett [14]. Als Ausschlusskriterien galten Verletzungen des Rückens oder der unteren Extremitäten, entzündliche Gelenkerkrankungen sowie das Tragen von Exo- oder Endoprothesen.

Die Bestimmung des Gleichgewichts erfolgte dynamisch mittels eines Posturomeds (Haider Bioswing GmbH), mit dem Patienten unerwartet in horizontaler Ebene perturbiert werden können. Dieses Gerät ist ein in der Literatur gängiges Messinstrument zur Untersuchung der Gleichgewichtsfähigkeit [15–18]. Das Posturomed besitzt eine Schwingplatte, die auf einem Schwingwerk aufgehängt ist und in der Transversalebene in unterschiedlichen Amplituden ausgelenkt werden kann. Für die Untersuchungen im Rahmen dieser Studie wurde eine Auslenkung der Platte um 2 cm mit Hilfe eines Magneten vorgenommen. Um Gleichgewichtsparameter wie den Center of Pressure (CoP) aufzeichnen zu können, war zusätzlich eine Kraftmessplatte (IMM Holding GmbH; Aufnahme Frequenz 1 kHz) auf der Schwingplatte des Posturomeds montiert. Durch Drücken eines Knopfes, ausgeführt vom Versuchsleiter, erlosch das elektromagnetische Feld des Magneten, und die Platte wurde in Schwingung versetzt, wodurch eine Perturbation der Probanden erfolgte. Die Teilnehmer erhielten während der Untersuchung die Instruktion, barfuß und entspannt im schulterbreiten Beidbeinstand mittig auf der Kraftmessplatte zu stehen. Ihr Blick war dabei nach vorne gerichtet. Eine schematische Darstellung des beschriebenen Mess-Setups wird in Abbildung 1 wiedergegeben.

Zur Gewöhnung an das Messgerät absolvierten die Studienteilnehmer am Anfang zwei Probeversuche. Im Anschluss erfolgten zwei Messdurchgänge mit je drei Gleichgewichtsmessungen in mediolateraler Pertubationsrichtung. Nur in einem der beiden Messdurchgänge bekamen die Probanden die Beckenorthese (SacroLoc, Bauerfeind AG) angelegt. Die Reihen-

folge dafür war randomisiert. Das Anlegen der Orthese erfolgte im jeweiligen Messdurchgang entsprechend der Bedienungsanleitung mit moderater Kompression mittig auf dem Becken, sodass der obere Rand der Orthese den oberen Rand des Beckenkamms nicht überstieg. Zusätzlich zu den Messungen der dynamischen Gleichgewichtsfähigkeit wurde auch die Intensität des Rückenschmerzes mit und ohne Tragen der Orthese anhand der Numeric Rating Scale (NRS) erfasst.

Datenverarbeitung und -auswertung erfolgten mittels MATLAB R2017a und IBM SPSS Statistics 25. Dazu wurde der Vorzeichenstest zur Auswertung der Schmerzintensität angewendet. Bei der Analyse des dynamischen Gleichgewichts mittels Wilcoxon-Vorzeichen-Test lag der Fokus auf der CoP-Strecke im Intervall 71 ms bis 260 ms post Perturbation. Dieser Zeitraum erwies sich als reliabel in vorherigen Gleichgewichtsuntersuchungen mit dem Posturomed [19] und beinhaltet die erste kompensatorische Muskelreflexantwort, die ca. 100 ms nach einer unerwarteten Auslenkung eintritt [20, 21, 22].

Ergebnisse

Dynamisches Gleichgewicht

Bei der Auslenkung in mediolateraler Richtung zeigte sich im Zeitintervall von 71 ms bis 260 ms post Perturbation eine signifikante Minderung der CoP-Strecke bei angelegter Beckenorthese

im Vergleich zum Messdurchgang ohne Beckenorthese ($p = 0,037$). Diese Änderung betrug im Mittel 4,5 mm (CoP ohne Orthese: $56,9 \pm 19,6$ mm; CoP mit Orthese: $52,4 \pm 23,3$ mm; Abb. 2).

Rückenschmerz

Das erste Anlegen der Beckenorthese führte bei 47,7 % der Probanden direkt zu einer Schmerzlinderung, 31,8 % der Studienteilnehmer verspürten keine Schmerzänderung, wohingegen bei 20,5 % eine Verschlimmerung des Rückenschmerzes beim Tragen der Orthese eintrat (Abb. 3). Statistisch verringerte sich der Median um einen Punkt beim Tragen der Orthese (MED ohne Orthese: 4,0; MED mit Orthese: 3,0; $p = 0,045$).

Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stimmen mit den bestehenden Annahmen dahingehend überein, dass Beckenkompressionsorthesen bei Patienten mit chronischem tiefem Rückenschmerz zu einer unmittelbaren Verbesserung des Gleichgewichts führen. Zudem konnte im Rahmen dieser Studie eine schmerzreduzierende Wirkung bei der Mehrheit der untersuchten Rückenschmerzpatienten gezeigt werden. Diese Ergebnisse werden nachfolgend im Kontext der sensomotorischen Kontrolle als möglicher Erklärungsansatz diskutiert.

Die sensomotorische Kontrolle beschreibt die Aufnahme sensorischer Reize, die über reflektorische Schleifen oder das zentrale Nervensystem verar-

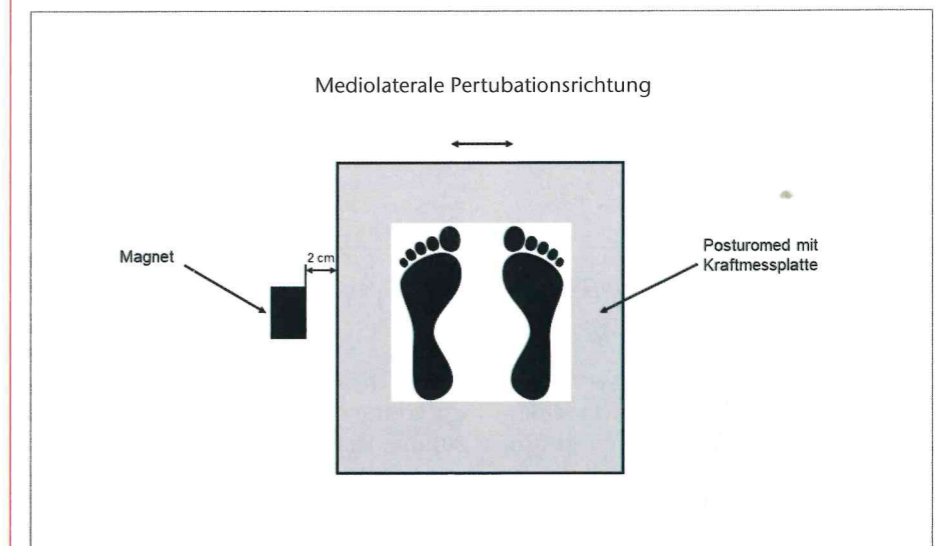


Abb. 1 Schematische Darstellung des Mess-Setups.

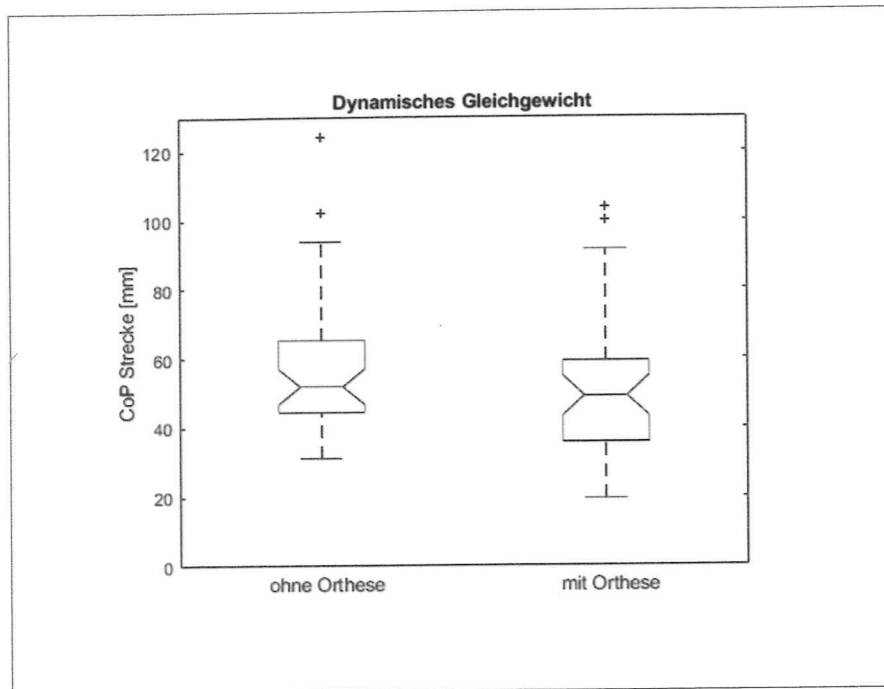


Abb. 2 Notched Boxplots der CoP-(Center-of-Pressure)-Strecken mit und ohne Tragen der Orthese.

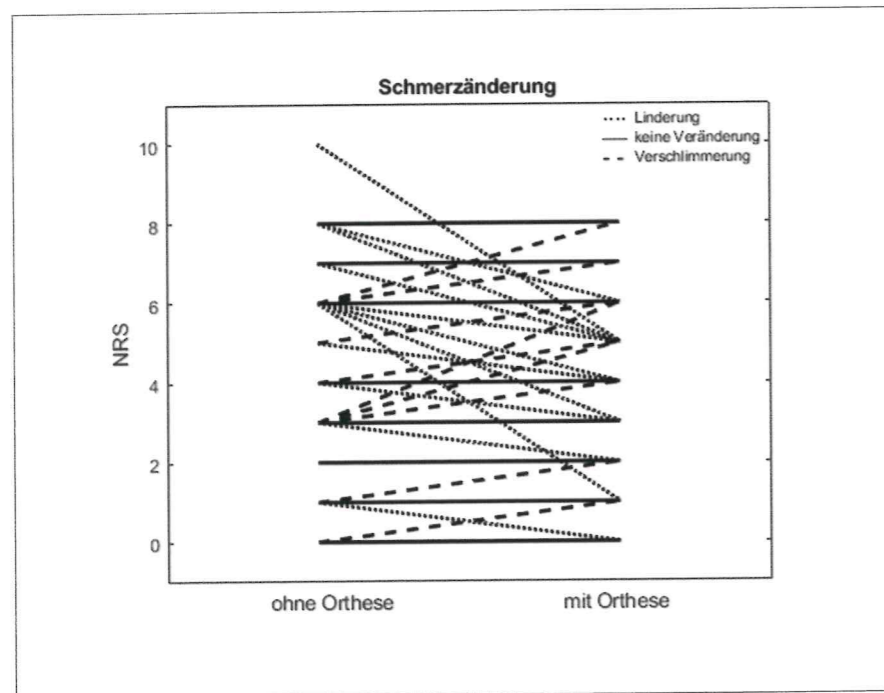


Abb. 3 Schmerzänderung der einzelnen Probanden anhand der NRS (Numeric Rating Scale) mit und ohne Tragen der Orthese.

beitet werden und zu einer angemessenen koordinierten Muskelantwort führen [9]. So garantiert im Bereich des Beckens ein komplexes Zusammenspiel von Rumpf-, Gesäß- und Beinmuskulatur ausreichend Stabilität, um den alltäglichen Belastungen standhalten

zu können [23]. Geleitet wird das Zusammenspiel durch das zentrale Nervensystem, das seine Informationen zur Stellung und Bewegung des Beckens von einer Vielzahl von Mechanorezeptoren erhält [24, 25]. Ein Teil dieser Mechanorezeptoren befindet sich

in den ligamentären Strukturen des Beckens [9, 26]. Diese ligamentären Strukturen stabilisieren das Becken bei Belastung und verhindern eine übermäßige Bewegung im Bereich des ISG [27]. Besonders hervorzuheben sind dabei die Ligg. sacroiliacum interossum und posterius sowie das Lig. sacrotuberale und das Lig. sacrospinale [28]. Durch eine übermäßige Beanspruchung des Beckens können diese Ligamente und darin liegende sensorische Elemente jedoch geschädigt werden und damit zur Entwicklung chronischer Schmerzzustände beitragen.

Allgemeine Theoriemodelle zur Entstehung chronischer Schmerzzustände gehen davon aus, dass durch ein traumatisches Erlebnis oder eine dauerhafte Überlastung in faserigen Bindegewebsstrukturelle Veränderungen stattfinden, die eine verfälschte neuronale Reizweiterleitung und eine daraus resultierende veränderte Muskelaktivierung zur Folge haben. Eine anhaltend veränderte Muskelaktivierung kann demnach zu einer dauerhaften muskulären Ermüdung, Fehlstellung und veränderten Motorik führen. Chronische Schmerzzustände können die Folge sein [9].

In dieses Theoriemodell können nun die Ergebnisse der vorliegenden Studie eingeordnet werden. Die Anwendung einer Beckenkompressionsorthese hat mehrheitlich zu einer Verbesserung des dynamischen Gleichgewichts und zu einer Reduktion des Schmerzempfindens geführt. Diese Ergebnisse lassen sich mit einer Entlastung der ligamentären Strukturen des Beckens in Verbindung bringen. Eine Computersimulationsstudie zur biomechanischen Wirkung der Beckenkompressionsorthese ergab, dass die zirkuläre Kompression der Orthese die Bewegung im ISG um die Horizontalachse (Nutationsbewegung) reduziert und dadurch zu einer Entlastung der Ligg. sacrotuberale und sacrospinale führt [13]. Unter Berücksichtigung der Bedeutung der Ligamente bei der sensorischen Kontrolle liegt der Schluss nahe, dass mit deren Entlastung auch unmittelbar Einfluss auf die neuromuskuläre Bewegungskontrolle genommen wird. Park et al. konnten bereits erste Hinweise auf eine veränderte Muskelaktivierung bei Anwendung einer Beckenkompressionsorthese liefern [29]. Bei einer unerwarteten Auslenkung wird eine Vielzahl bewusster

und unbewusster Muskelreaktionen ausgelöst [30, 31]. Dafür ist ein ungestörtes Feedback der sensomotorischen Einheiten erforderlich. Bei einer übermäßigen und/oder schmerzhaften ISG-Beweglichkeit deuten erste Studien auf eine Störung dieses Feedbacks hin [32]. Die Folge ist eine abweichende Muskelreaktion, einhergehend mit einem Stabilitätsverlust bei einer unerwarteten Auslenkung [33]. Hier setzt die vermutete Wirkung einer Beckenkompressionsorthese an. Mit Hilfe der zirkulären Kompression wird die Bewegung des ISG kontrolliert und Schmerzen in diesem Bereich reduziert. Die Folge wäre ein verbessertes Feedback der sensomotorischen Einheiten an den motorischen Kortex, gefolgt von einer angemessenen muskulären Antwort – die Ergebnisse zum dynamischen Gleichgewicht unterstützen diese Annahme. Bei Anwendung der Beckenkompressionsorthese sind die Probanden in der Lage, sich nach einer unerwarteten Auslenkung schneller wieder zu stabilisieren. Ausdruck findet dieses Argument in einer verminderten CoP-Strecke.

Wenngleich die Ergebnisse dieser Studie die Wirkung einer Beckenkompressionsorthese auf das Gleichgewicht im Kontext der sensomotorischen Kontrolle unterstützen, kann dies nur als einzelner Hinweis verstanden werden. Eine umfassendere Aussagekraft der Studie wird dadurch limitiert, dass die Auslenkung nur in eine Richtung (mediolateral) untersucht wurde. Weiterhin wurden die Messungen einzig an Patienten mit ISG-Problemen durchgeführt. Die Einbeziehung von Patienten mit unspezifischen Rückenschmerzsymptomen wird daher für weiterführende Studien ebenso empfohlen wie die begleitende Messung der Muskelaktivität während der Gleichgewichtsaufgabe.

Für die Autoren:

Dr. Freddy Sichting
Technische Universität Chemnitz
Professur Bewegungswissenschaft
Reichenhainer Str. 31/33
09126 Chemnitz
freddy.sichting@hsw.tu-chemnitz.de

Begutachteter Beitrag/reviewed paper

Literatur:

- [1] Wagner H, Puta C, Anders C, Petrovitch A, Schilling N, Scholle HC. Chronischer unspezifischer Rückenschmerz. *Manuelle Medizin*, 2009; 47 (1): 39–51
- [2] Wenig CM, Schmidt CO, Kohlmann T, Schweikert B. Costs of back pain in Germany. *European Journal of Pain*, 2009; 13 (3): 280–286
- [3] Marschall J, Hildebrandt S, Sydow H, Nolting H-D. *Gesundheitsreport 2016*. 1. Aufl. Heidelberg: medhochzwei Verlag, 2016
- [4] Gore M, Sadosky A, Stacey BR, Tai K-S, Leslie D. The Burden of Chronic Low Back Pain: Clinical Comorbidities, Treatment Patterns, and Health Care Costs in Usual Care Settings. *Spine*, 2012; 37 (11): E668
- [5] Mokhtari-Nia HR, Kahrizi S, Sanjari MA, Parnian-Pour M. Test-Retest Reliability of Dynamic Postural Stability Measures in Healthy and Chronic Non-specific Low Back Pain Groups. *Archives of Rehabilitation*, 2013; 13 (4): 8–19
- [6] Soliman ES, Shousha TM, Alayat MS. The effect of pain severity on postural stability and dynamic limits of stability in chronic low back pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 2017; 30 (5): 1023–1029
- [7] Thakkar HH, E SK. Static and dynamic postural stability in subjects with and without chronic low back pain. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 2017; 3 (9): 2405–2409
- [8] Ebenbichler GR, Oddsson LIE, Kollmitzer J, Erim Z. Sensory-motor control of the lower back: Implications for rehabilitation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2001; 33 (11): 1889–1898
- [9] Panjabi MM. A hypothesis of chronic back pain: ligament subfailure injuries lead to muscle control dysfunction. *European Spine Journal*, 2006; 15 (5): 668–676
- [10] Soisson O, Lube J, Germano A, Hammer K-H, Josten C, Sichting F, Winkler D, Milani TL, Hammer N. Pelvic belt effects on pelvic morphometry, muscle activity and body balance in patients with sacroiliac joint dysfunction. *PloS one*, 2015; 10 (3): e0116739
- [11] Snijders CJ, Ribbers MTL, de Bakker HV, Stoeckart R, Stam HJ. EMG recordings of abdominal and back muscles in various standing postures: validation of a biomechanical model on sacroiliac joint stability. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 1998; 8 (4): 205–214
- [12] Jung H-S, Jeon H-S, Oh D-W, Kwon O-Y. Effect of the pelvic compression belt on the hip extensor activation patterns of sacroiliac joint pain patients during one-leg standing: a pilot study. *Manual Therapy*, 2013; 18 (2): 143–148
- [13] Sichting F, Rossol J, Soisson O, Klima S, Milani T, Hammer N. Pelvic belt effects on sacroiliac joint ligaments: a computational approach to understand therapeutic effects of pelvic belts. *Pain Physician*, 2014; 17 (1): 43–51
- [14] Laslett M. Evidence-based diagnosis and treatment of the painful sacroiliac joint. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 2008; 16 (3): 142–152
- [15] Germano AMC, Schmidt D, Milani TL. Effects of hypothermally reduced plantar skin inputs on anticipatory and compensatory balance responses. *BMC Neuroscience*, 2016; 17 (1): 41
- [16] Taube W, Lorch M, Zeiter S, Keller M. Non-physical practice improves task performance in an unstable, perturbed environment: motor imagery and observational balance training. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2014; 8: 972
- [17] Kiss RM. A new parameter for characterizing balancing ability on an unstable oscillatory platform. *Medical Engineering & Physics*, 2011; 33 (9): 1160–1166
- [18] Hirschnüller A, Konstantinidis L, Baur H, Müller S, Mehlhorn A, Kontermann J, Grosse U, Südkamp NP, Helwig P. Do changes in dynamic plantar pressure distribution, strength capacity and postural control after intra-articular calcaneal fracture correlate with clinical and radiological outcome? *Injury*, 2011; 42 (10): 1135–1143
- [19] Schmidt D, Germano AMC, Milani TL. Aspects of dynamic balance responses: inter- and intra-day reliability. *PloS one*, 2015; 10 (9): e0136551
- [20] Stelmach GE, Phillips J, DiFabio RP, Teasdale N. Age, functional postural reflexes, and voluntary sway. *Journal of Gerontology*, 1989; 44 (4): B100–B106
- [21] Moore SP, Rushmer DS, Windus SL, Nashner LM. Human automatic postural responses: responses to horizontal perturbations of stance in multiple directions. *Experimental brain research* 1988; 73 (3): 648–658
- [22] Müller ML, Redfern MS. Correlation between EMG and COP onset latency in response to a horizontal platform translation. *Journal of Biomechanics*, 2004; 37 (10): 1573–1581
- [23] Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of Spinal Disorders*, 1992; 5 (4): 383–389; discussion 397
- [24] Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *Journal of Spinal Disorders*, 1992; 5 (4): 390–396; discussion 397
- [25] Solomonow M, Krogsgaard M. Sensorimotor control of knee stability. A review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2001; 11 (2): 64–80
- [26] Arumugam A, Milosavljevic S, Woodley S, Sole G. Effects of external pelvic compression on form closure, force closure, and neuromotor control of the lumbopelvic spine – a systematic review. *Manual Therapy*, 2012; 17 (4): 275–284
- [27] Vleeming A, Schuenke MD, Masi AT, Carreiro JE, Danneels L, Willard FH. The sacroiliac joint: an overview of its anatomy, function and potential clinical implications. *Journal of Anatomy*, 2012; 221 (6): 537–567
- [28] Hammer N, Möbius R, Schleifenbaum S, Hammer K-H, Klima S, Lange JS, Soisson O, Winkler D, Milani TL. Correction: Pelvic Belt Effects on Health Outcomes and Functional Parameters of Patients with Sacroiliac Joint Pain. *PloS one*, 2015; 10 (10): e0140090
- [29] Park K-M, Kim S-Y, Oh D-W. Effects of the pelvic compression belt on gluteus medius, quadratus lumborum, and lumbar multifidus activities during side-lying hip abduction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2010; 20 (6): 1141–1145
- [30] Nashner LM. Adapting reflexes controlling the human posture. *Experimental Brain Research*, 1976; 26 (1): 59–72
- [31] Nashner LM. Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance. *Experimental Brain Research*, 1977; 30 (1): 13–24
- [32] Snijders CJ, Hermans PFG, Niesing R, Jan Kleinrensink G, Pool-Goudzwaard A. Effects of slouching and muscle contraction on the strain of the iliolumbar ligament. *Manual Therapy*, 2008; 13 (4): 325–333
- [33] O'Sullivan PB, Beales DJ, Beetham JA, Cripps J, Graf F, Lin IB, Tucker B, Avery A. Altered motor control strategies in subjects with sacroiliac joint pain during the active straight-leg-raise test. *Spine*, 2002; 27 (1): E1–8