

C. Eisert

Flexibel stabilisierende Input-Orthesen – Orthesenversorgungen einer neuen Generation

Stabilizing Pressure Input Orthosis – a New Orthotic Generation

Das Ziel dynamischer Orthesen ist die Verbesserung der Bewegungs- und Balancekontrolle bei Personen mit neuromotorischen Kontrolldefiziten. Zur Verbesserung der Haltungs- und Bewegungskontrolle verstärken flexibel stabilisierende Input-Orthesen (SPIO) die für das Zusammenwirken der dynamischen Systeme des Körpers wichtigen somatischen Informationen. Diese Wirkungsweise soll im folgenden Text erläutert werden. Versorgungsbeispiele illustrieren den Effekt dieser neuartigen Orthesenversorgung.

Dynamic orthotic systems are designed to enhance active movement and balance control mechanisms for individuals with motor control deficits. Stabilizing pressure input orthosis (SPIO) feed into dynamic body systems for better postural and movement control which is explained in the following. Clinical cases are presented to illustrate the benefits of this new orthotic device.

Die Optimierung einer Hilfsmittelversorgung ist eine Herausforderung für jeden Orthopädie-Techniker. Das Versorgungsziel sollte ein Hilfsmittel sein, das eine ausreichende Stützfunktion bietet, ohne die Bewegung und damit die Muskelfunktion einzuschränken.

mit einem angenehmen Tragekomfort, bieten.

Steht bei vielen Orthesenversorgungen schwerpunktmäßig die Positionsoptimierung im Vordergrund, liegt bei den dynamischen Orthesensystemen der Schwerpunkt auf der Verbesserung funktioneller Bewegungsmöglichkeiten

(Abb. 1). Das Konzept der dynamischen Orthetik nach Nancy Hylton ist insbesondere durch die sprunggelenkübergreifende Versorgung von Fuß und Unterschenkel bekannt geworden. Bei diesen dynamisch-therapeutischen Versorgungen ist die Verbesserung der Bewegungs- und Balancekontrolle das primäre

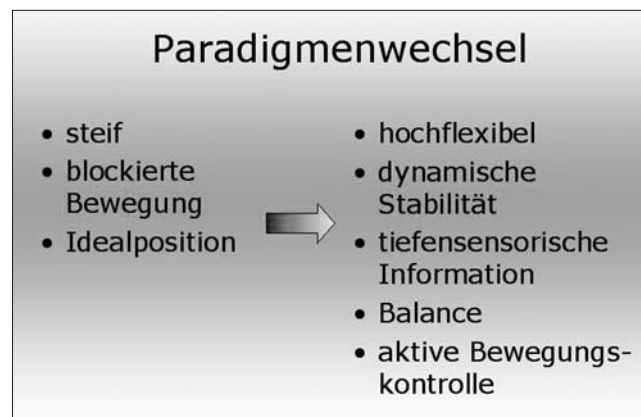


Abb. 1 Paradigmenwechsel.

Im Bereich der Behandlung von neuromotorischen Störungen sind in der Orthopädie-Technik noch viele Fragen offen. Zwar sind eine Reihe von unterschiedlichen Hilfsmitteln für Erwachsene und Kinder mit neuromuskulären Defiziten verfügbar, sie verfolgen jedoch oft unterschiedliche Zielsetzungen.

Während einige Orthesen aus einem formstabilen oder wenig verformbaren Werkstoff hergestellt sind und im Wesentlichen eine stützende Funktion ausüben, werden zunehmend dynamische Orthesen erfolgreich in der Therapie eingesetzt, die aus einem flexiblen Material hergestellt sind und der betroffenen Person eine weitgehende Bewegungsfreiheit, verbunden

re Ziel. Dynamische Orthesen unterstützen die aktive Bewegung, Haltungskontrolle und Balance, anstatt eine statische Position aufrecht zu erhalten. Obwohl „dynamisch“ und „Orthese“ sich zu widersprechen scheinen, können beide das gleiche Ziel verfolgen. Dieses Ziel lässt sich besser mit dynamischer Stabilität und dynamischer Kontrolle beschreiben. Das Hilfsmittel sollte therapieübergreifend die Bewegung, Haltungskontrolle und Balance in soweit unterstützen, dass sie sich dem nähern, was „charakteristisch“ ist. Insofern „charakteristisch“, weil diese Art und Weise sich zu bewegen als die effizienteste und energiesparendste erscheint. Sind solche Bewegungen



Abb. 2 Elfjähriger Junge mit einer mittelschweren spastischen Diplegie. Ausgeprägte Spastizität der ischiocruralen Muskelgruppe und der Adduktoren führen zu einer verminderten Stabilisierungsfähigkeit und schlechten Körperhaltung.



Abb. 3 Doppellagige Lycra-segmente über Oberschenkel, Unterschenkel und Rumpf geben verstärkte sensorische Information, insbesondere während kombinierter Muskelkontraktionen, was sogar zur Verbesserung der Arm-Schulter-Funktion führt.

nicht möglich, verändert sich die Zielsetzung in Richtung Ineffizienz und erhöhtem Energieaufwand.

Zu den neuen dynamischen Orthesensystemen gehören die „SPIO Works“-Lycraorthesen, auch flexibel stabilisierende Input-Orthesen genannt. Dieses System hat sich aus der Anwendung von Neoprenbandagen in der Therapie entwickelt. Anfänglich ging man davon aus, dass insbesondere die mechanische Stabilität des Neoprens entscheidend für den therapeutischen Erfolg war.

Die Wärmespeicherung und der mangelnde Tragekomfort waren jedoch klare Nachteile. Um diesen Aspekten gerecht zu werden, wurden Kompressionssegmente und -bandagen aus einem festen, multidirektionalen Lycra hergestellt, in der Annahme, zwar ein komfortables, aber weniger wirkungsvolles Hilfsmittel zur Verfügung zu haben. Das Ergebnis war überraschend. Nicht nur, dass der Therapieeffekt vergleichbar blieb, sondern es konnte darüber hinaus ein qualitativ höheres Maß an Bewegungsvielfalt, Haltungsstabilität und Balanceorganisation beobachtet werden (Abb. 2 u. 3).

Wie kommt es, dass, je flexibler die Orthese war – dies konnte auch in der Weiterentwicklung der dynamischen Fußorthesenversorgung beobachtet werden – und sich den Bewegungsabläufen mit einem

flexibel-korrektiven Impuls während allen Bewegungsphasen einer Person mit neuromotorischen Kontrolldefiziten anpassen konnte, ein umso größerer motorischer Lernerfolg feststellbar war?

Ergeben sich die Antworten aus der Frage, welchen Herausforderungen sich das System bei neuromotorischen Kontrolldefiziten stellen muss? Es lassen sich vier mögliche primäre Defizite formulieren:

1. ausgeprägte biomechanische Instabilität durch muskuläre Hypotonie, Bänderlaxität und Hypermobilität des Weichteilsystems;
2. Defizite in der propriozeptiven und tiefsensorischen Wahrnehmung;
3. motorische Kontrolldefizite schränken die verfügbare Bewegungs- und Koordinationsauswahl ein;
4. unberechenbare motorische Reaktionen führen zu Ängstlichkeit und erhöhter Muskelanspannung.

Daraus ließe sich schließen, dass muskulärer Hypertonus, Spastizität oder eine erhöhte Spannung in den Muskel- und Weichteilstrukturen eine kompensatorische Funktion erfüllen.

Wie ist nun die Wirkungsweise der genannten Orthesen zu erklären? Es handelt sich um ein patentiertes Orthesensystem von maßgefertigten Lycrakompressionsorthesen, die mit einem konsistenten Druck einen oder mehrere Körperteile zirkulär umfassen. Das

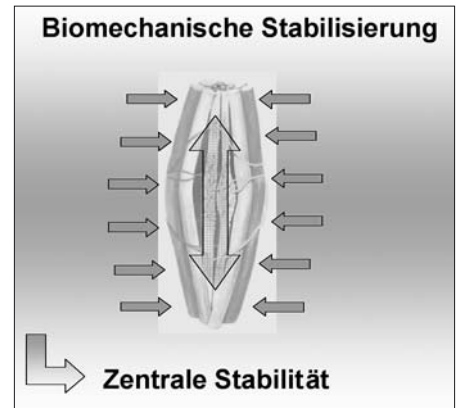


Abb. 4 Gezielter Druck auf die so genannten Mechanorezeptoren in den Muskelspindeln, die hauptsächlich in Muskeln, Sehnen und Gelenken lokalisiert sind, führen zu einer zentralen Stabilität.

Lycra ist von besonderer Qualität, multidirektional und weist bedeutend höhere Rückstellkräfte auf als andere handelsübliche Lycrasorten.

Die Wirkungsweise dieses Systems soll anhand der vier Buchstaben des Wortes SPIO in umgekehrter Reihenfolge erläutert werden:

1. „O“ wie Orthosis (Orthese)

Bei einer Orthese stellt man sich ein eher starres oder zumindest halbstarres Hilfsmittel vor, das entweder fixierend, korrigierend und/oder stützend stabilisieren soll.

Doch wie kann ein System ohne feste Bauelemente eine biomechanische Wirkung erzielen? Die einwirkende Kompression ruft direkte Kräfte gegen das „In-sich-Zusammensinken“ von der Schwerkraft weg in Richtung Gewichtsaufnahme und Aufrichtung hervor (Abb. 4).

Eine überdehnte Muskulatur kann nicht so einfach kontrahieren wie die in einer weniger gedehnten Ausgangsposition.

Das Orthesensystem führt somit zu einer zentralen Stabilität, auch „Core stability“ genannt.

Nach ISO-Definition ist eine Orthese:

- Eine extern angebrachte Vorrichtung,
- die aus einem einzelnen Bauteil oder einer Baugruppe besteht,

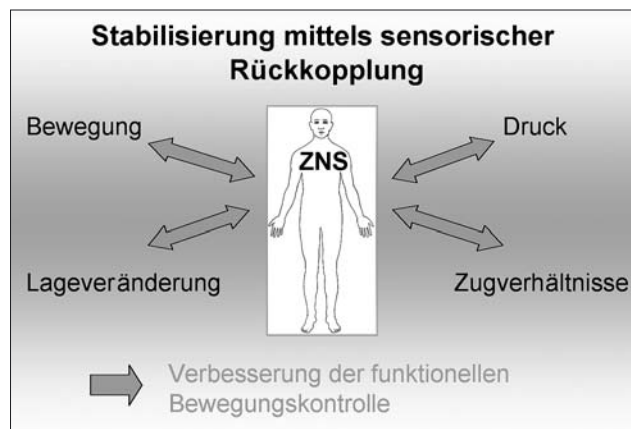


Abb. 5 Stabilisierung mittels sensorischer Rückkopplung.

- obere und untere Gliedmaßen, Rumpf, Kopf oder Hals und deren Zwischengelenke ganz oder teilweise erfasst,
- um die neuromuskulären und skelettalen Systeme zu beeinflussen.

Wie lässt sich beispielsweise das neuromuskuläre System beeinflussen?

2. „I“ wie Input (Information)

Das ZNS lebt von Informationen, die mittels Bewegung, Lageveränderung, Druck- und Zugkräfte über Rezeptoren weitergeleitet werden (Abb. 5). Zu den spezifischen somatischen Inputs für eine neurale Organisation innerhalb des ZNS gehören:

- Propriozeption,
- Tiefendruck,
- Vibration und
- präzise Berührung.

Diese somatischen Inputs sind zuständig für die Erforschung der Umgebung und das Lernen. Eine weitere, weniger spezifische Organisation, die ausgelegt ist für überlebenswichtige und schützende Funktionen, beinhaltet

- leichte Berührung und
- Schmerz.

Wird die hilfreiche spezifische somatische Information beispielsweise über Tiefendruckrezeptoren

weitergegeben, so kann somit die funktionelle Bewegungskontrolle verbessert werden. Dadurch, dass Tiefendruckrezeptoren dem propriozeptiven Feedbacksystem besser zu verwertende Informationen liefern, verbessert sich die Körperwahrnehmung.

3. „P“ wie Pressure (Druck)

Erfahrungswerte aus den verschiedenen Therapieansätzen beschreiben das Phänomen der Körperwahrnehmungsdefizite als die Unfähigkeit, den Körper räumlich einzuordnen.

Deshalb wird muskulärer Hypertonus mehr als sekundäres Phänomen beurteilt, das unter anderem ein darunter liegendes primäres Defizit im propriozeptiven Feedback auszugleichen versucht. Aber auch eine inkonsistente und schwach koordinierte Muskelaktivierung kann die sensorische Rückmeldeschleife unterbrechen. Durch erhöhten Innendruck der Weichteilstrukturen erfolgt eine verbesserte Gewichtsaufnahme über die Gelenke. Es ist eine altbekannte Tatsache, dass ein erhöhter intraabdominaler Druck die anteriore spinale Stabilisation verbessert. Es ist sinnvoll anzunehmen, dass ein ähnlich erhöhter Druck auf die Weichteile im Schultergürtel- und Beckenbereich genauso hilfreich sein kann, um die Stabilisierung der Gelenke zu verbessern und problematische Kräfte zu reduzieren.



Abb. 6 a u. b Ausgeprägte Veränderungen bei Patienten mit athetotischer Tetraplegie.



Abb. 7 Ohne Hilfsmittelversorgung: sichtbare Anspannung und Instabilität in Schulter, Rumpf und Becken mit ausgeprägter Reduktion der Haltungskontrollmechanismen. Nur unter Mithilfe der Mutter ist eine Stehfunktion möglich.

4. „S“ wie Stability (Stabilität)

Die effizienteste Umsetzung von Funktion erfolgt dann, wenn sich sowohl das skelettale als auch das neuromuskuläre System in maximal physiologischer Mittelstellung bewegen. In der „Midpoint of Motion“ besteht maximale physiologische Bewegungskontrolle und damit dynamische Stabilität.



Abb. 9 Die Ganzkörperversorgung vermindert kompensatorische Reaktionen der unteren Extremität. Es erfolgte eine verbesserte Orientierung von Bein- und Fußstellung.

Eines der Hauptprobleme von Menschen mit neuromotorischen Defiziten ist die mangelnde Fähigkeit, sich in der Mittelstellung zu stabilisieren. Das Orthesensystem erhöht mittels Tiefendruck und präziser Berührung das Lageempfinden von Gliedmaßen, Rumpf und der Körpermitte. Die Orthese geht mit dem System mit und lenkt es aufgrund seines sensorischen Feedbacks immer wieder zur physiologischen Mitte zurück, denn der Memoryeffekt des Materials ist dort am stärksten, wo auch die größte Dehnung erfolgt (Abb. 6a u. b).

Versorgungserfolge der Lycraorthese, dargestellt an einem Praxisbeispiel

Bei diesem Beispiel handelt es sich um ein fast vierjähriges Mädchen mit Zustand nach Asphyxie und sechs Wochen Wachkoma. Das Kind ist im Rumpf sehr schlaff, hat ein stark dystones Bewegungsmuster, gelenkige Hypermobilität und ausgeprägte Körperwahrnehmungsdefizite. Es war kaum möglich, das Mädchen zu gipsen und zu vermessen. Nach einjähriger Behandlung mit Knöchel-Fußorthesen und intensiver Physiotherapie wurde es zusätzlich mit einer flexibel stabilisierenden Input-Orthese für Arm/Rumpf und Schulter/Rumpf/Becken/Bein in Form eines langärmeligen Orthesen-Shirts und eines Orthesen-Anzugs versorgt. Damit besteht eine Doppellagigkeit über Schulter, Rumpf und Becken für verstärkte zentrale Stabilität und eine ausreichende Einfachlagigkeit über den Extremitäten.

In dieser Bilderreihe wird die Abfolge der ersten Anprobe mit dynamischen Hilfsmitteln dargestellt. Dadurch wird eindrucksvoll hervorgehoben, was sich an der Haltungskontrollfähigkeit verändert, wenn die einzelnen Elemente der dynamischen Versorgung angezogen werden. In Abbildung 7 ist zu beobachten, dass das Mädchen ohne Mithilfe der Mutter keine stabile Stehposition einnehmen kann. Es muss aufgrund des ausgeprägten ataktisch-athetotischen Bewegungsmusters an beiden Händen festgehalten werden. Das Hineinlehnen in den gelenkigen Anschlag wird als Stabilisierungsmechanismus eingesetzt. Dies wird sichtbar



Abb. 8 Mit Orthesen-Shirt erfolgt eine deutlich bessere Rumpfkontrolle und veränderte Gesichtsmimik.

anhand der ausgeprägten Kniehyperextension, Außenrotation und extremen Rückfußvalgusstellung. Die Gesichtsmimik ist nicht entspannt, sondern durch starkes Grimassieren geprägt. Mit Anlegen des SPIO-Shirts (Abb. 8) verändert sich die Rumpfstabilität insofern, als dass eine verbesserte Arm-Hand-Funktion möglich wird. Dadurch



Abb. 10 Perfektes Zusammenspiel: Die dynamischen Knöchel-Fußorthesen geben eine stabile Basis und die SPIO-Orthesen verstärkte somatische Information, so dass eine gute Gesamtaufrichtung möglich wird. Durch die verbesserte Haltungskontrollmöglichkeiten reduziert sich die ataktische Bewegungskomponente deutlich. Innerhalb kürzester Zeit kam das Mädchen zum freien Laufen.

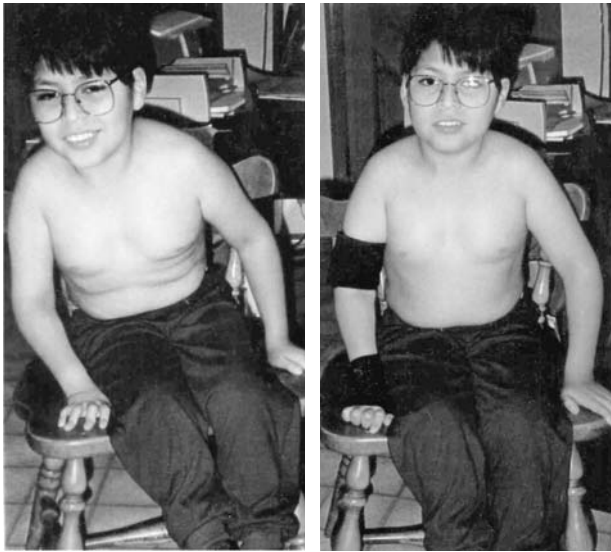


Abb. 11 a u. b Neunjähriger Junge mit spastischer Tetraplegie. Der Vorher-Nachher-Effekt zeigt die Veränderung.

kann sich das Mädchen kontrollierter am Stuhl festhalten. Interessant ist auch der veränderte Gesichtstonus, so dass der muskuläre Hypotonus als eigentlich primäres Problem deutlich wird. Die Stabilisierung der unteren Extremität erweist sich noch als schwierig, so dass die Becken-Rumpf-Verbindung wie abgeschnitten wirkt. Das Becken ist zurückverlagert und die Knie überstreckt. Dieses Bild ändert sich, sobald der Orthesen-Anzug (Abb. 9) angelegt wird. Dies wird insbesondere an der verbesserten Orientierung der unteren Extremität und der Aufrichtung der Füße deutlich. Mit Anlegen der DAFOs verstärkt sich die Gesamtwirkung der Orthesen-Versorgung. Es entsteht ein harmonisches Bild, wo funktionelle Bewegungsabläufe möglich sind. Nach zwei Wochen Tragezeit kam das Mädchen zum freien Laufen.

Die Haltungskontrollfunktion beginnt von der „Basis“ ausgehend, weshalb der Patient zunächst immer mit einer stabilen Unterstützungsfläche (DFO oder DAFO) für verbesserten Fuß-Boden-Kontakt versorgt wird, bevor eine wie oben beschriebene Input-Orthese oder weitere dynamische Hilfsmittel eingesetzt werden.

Zusammenfassung

Der vorteilhafte Einsatz von Kompressionssystemen beziehungsweise -anzügen im Hochleistungssport ist schon längst bekannt. Durch verstärkte Körperwahrnehmung erfolgt eine erhöhte Präzision in der Bewegungskoordination und der biome-

chanischen Verketzung. Dieses Wissen aus dem sportmedizinischen Bereich, das sich mit Erkenntnissen aus Neurophysiologie und Biomechanik deckt, soll für Menschen mit Behinderungen mit dem beschriebenen Lycrasystem nutzbar und zugänglich gemacht werden. Die genannten Input-Orthesen werden ständig weiter entwickelt. Das Angebot erstreckt sich über verschiedene Arten von Schulter-Rumpf-Hüft-Anzügen und Westen, zwei- und dreilagige

Kompressionssegmente für Körpersegmente und Rumpf und Versorgungen zur Unterstützung der Arm/Hand-/Daumenfunktion (Abb. 11a u. b). Für die exakte Herstellung ist ein präzises Maßnehmen erforderlich. Um das korrekte Beurteilen, Messen und Anpassen der Orthesen zu gewährleisten, liefert das Dynamics Competence Center nur an speziell geschulte orthopädie-technische Betriebe. Diese Schulungen erfolgen immer zusammen mit Physiotherapeuten und Ärzten, um den Synergieeffekt der Behandlungsansätze für den jeweils betroffenen Patienten zu optimieren.

Die vorgestellten Orthesensysteme verstärken und unterstützen:

- die dynamische Stabilität,
- die tiefensensorische Information,
- die Balance und
- die aktive Bewegungskontrolle.

Erfahrungen mit dem beschriebenen Orthesen-System zeigen folgende Behandlungserfolge:

Kurzzeitergebnisse

- verbesserte aktive Bewegungskontrolle,
- Verfeinerung und verbesserte Anpassungsfähigkeit von Bewegung und Balance,
- verminderter muskulärer Hypertonus und verbesserte Tonusregulierung,
- verkürzte Reaktionszeit.

Langzeitergebnisse

- erhöhter Lerneffekt hinsichtlich Bewegung, Haltung, Balance und Adaptionsfähigkeit,
- verbesserte funktionelle Bewegungskontrolle,

- verbesserte visuelle Fokussierung und Vokalisation.

Diese neuartigen Hilfsmittel dienen der Versorgung von Personen:

- mit erhöhtem Muskeltonus oder ausgeprägtem sensorischen Defizit, wie bei Quadri-, Di- und Hemiplegikern,
- mit athetotischer oder ataktischer Schulter-/Rumpf-/Hüftinstabilität,

- mit ausgeprägtem tiefsensorischem und propriozeptivem Defizit wie zum Beispiel bei Rett- und Angelmann-Syndrom,
- mit degenerativen, spino-cerebralen Erkrankungen des zentralen Nervensystems wie zum Beispiel Friedreich-Ataxie,
- nach schwerwiegender Asphyxie oder Schädel-Hirn-Trauma,
- mit Myelitis transversa und anderen Rückenmarkverletzungen.

Flexibel stabilisierende Input-Orthesen unterstützen das ganzheitliche System, damit für die Bewegung ein Höchstmaß an Effizienz, Anpassungsfähigkeit und Kraftentfaltung möglich wird.

Die Autorin:

Claudia C. Eisert

Dynamics Competence Center

Am Steinbruch 1

64367 Mühlthal

Literatur:

- [1] Blair, E., J. Ballantyne, S. Horsman, P. Chauvel: A study of a dynamic proximal stability splint in the management of children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 37 (1995), 544-554
- [2] Hodges, P.: Abdominal mechanism and support for the lumbar spine and pelvis, *Therapeutic Exercise for Lumbopelvic Stabilization: A Motor Control Approach for the Treatment and Prevention of Low Back Pain*, Churchill Livingstone (2004), 31-57
- [3] Hodges, P.: Motor control of the trunk, *Grieve's Modern Manual Therapy: The Vertebral Column* (2004), 119-139
- [4] Hodges, P., A. E. M. Eriksson, D. Shirley, S. C. Gandevia: Intra-abdominal pressure increases stiffness of the lumbar spine, *Journal of Biomechanics*, Vol. 38 (2005), 1873-1880
- [5] Hylton, N., C. Allen: The development and use of SPIO Lycra compression bracing in children with neuromotor deficits. *Pediatr Rehabil.* 1 (1997), 109-116
- [6] Hylton, N.: *Konzepte der dynamischen Orthetik*, Verlag Orthopädie-Technik, Dortmund, 2000
- [7] Mc Nair, P. J., P. J. Heine: Trunk proprioception: enhancement through lumbar bracing. *Arch Phys Med Rehabil.* 80 (1999), 96-99
- [8] Nicholson, J. H., R. E. Morton, S. Attfield, D. Rennie: Assessment of upper-limb function and movement in children with cerebral palsy wearing Lycra garments. *Dev Med Child Neurol.* 43 (2001), 384-391
- [9] Tscharnuter, I.: A new approach to movement organization. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics* 13 (1993), 19-40
- [10] Urquhart, D. M., P. Hodges, I. Story: Postural activity of the abdominal muscles varies between regions of these muscles and between body positions. *Gait and Posture*, Vol. 22 (2005), 295-301