

Analyse der Reaktion des neuromuskulären Systems auf verschiedene Interferenzen auf den pedalen Rezeptor. Transversale Beobachtungsstudie.

Dr. Antonio Fimiani

EINFÜHRUNG

Das Haltungssystem ist ein hochentwickeltes neurophysiologisches Gleichgewicht. Das zentrale Element dieses Systems ist der Rezeptor, der sowohl durch die peripheren Endungen der Nervensensoren, Typ-I-Rezeptoren, als auch von konkret differenzierten Neuronen, Typ-II und Typ-III-Rezeptoren, repräsentiert wird (Auge, Gehör). Jeder Rezeptor hat für bestimmte Reize einen niedrigeren Aktivierungsgrenzwert, kann aber von jedweder Energiequelle aktiviert werden (mechanisch, chemisch, elektrisch, luminös, thermisch). Das verbundene Hirnzentrum ist es, das die verschiedenen Reiztypen dann erkennt und die Empfindung auswertet (1). Die Reizintensität wird über die Frequenz der Aktionspotentiale in den afferenten Nervenfasern codiert; die Frequenz ist proportional zum wahrgenommenen Reiz, nicht zum tatsächlichen Reiz. Die tonischen Rezeptoren reagieren bei gleichbleibender Stimulierung immer konstant, während bei den phasischen Rezeptoren die Impulsfrequenz abfällt. Die Körperwahrnehmung ist maßgeblich für die Stabilität des Systems. Für das Gehirn sind die Füße der Gegenstützpunkt der Schwerkraft (12). Der Fuß ist Exterozeptor, weil er über die Haut Signale aufnimmt, aber auch Propriozeptor durch die ihn bildenden Muskeln und Gelenke. J. R. Roll (2) hat nachgewiesen, dass elektrische Potenzialdifferenzen unter den Fußsohlen posturale Adaptionen verursachen. S. D. Perry und Co. (3) haben hingegen nachgewiesen, dass sich die Beschaffenheit von Schuhsohlen auf das dynamische Gleichgewicht beim Gehen auswirkt. Dies trifft insbesondere auf weichere Sohlen zu.

ZIEL DER ARBEIT

Ziel dieser Arbeit ist es zu verifizieren, ob das neuromuskuläre System tatsächlich unterschiedlich auf generelle Interferenzen des Schuhwerks und auf „therapeutische“ Sohlen reagiert.

MATERIALIEN UND METHODE

Es wurden 100 Erwachsene (62 weibliche Personen, 38 männliche Personen) im Alter zwischen 18 und 72 Jahren (Durchschnittsalter: 38,7 Jahre) bei der ersten posturalen Untersuchung getestet. Dabei kamen verschiedene auf dem Markt erhältliche „therapeutische“ Sohlen zum Einsatz:

- 1) Biomechanische propriozeptive Sohlen nach Fusco (4), Abbildung 1.
- 2) Galvanische Sohlen nach Bricot (5), Abbildung 2.
- 3) Magnetische Neuromodulatoren nach Marignan (6), zur Standardisierung des Reizes in einer galvanischen Sohle ohne Resonator angebracht (selbe Stimulationsposition), Abbildung 3.
- 4) Biotonix, biofotonische Platte im Infrarotbereich (7), Abbildung 4.



Abbildung 1



Abbildung 2

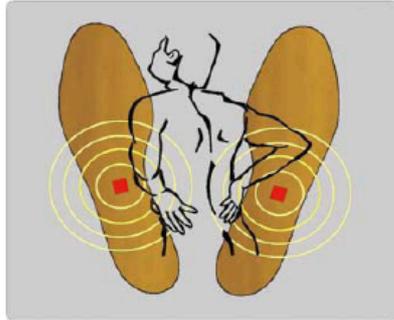


Abbildung 3



Abbildung 4

Zur Kontrolle werden bei derselben Testgruppe auf dem Markt erhältliche gängige Silikonsohlen verwendet (Abbildung 5) sowie die galvanischen Sohlen ohne Resonator (Foto 6).



Abbildung 5



Abbildung 6



Abbildung 7

Die Probanden wurden mit verschiedenen Fußsohlenstimulationen auf dynamometrischen Fußplatten (8) (Foto 7) getestet (mit geschlossenen Augen, um Beeinflussung durch das Sehen auszuschließen). Die Messzeit betrug jeweils 51,2 Sekunden, die Messungen wurde vom Zeitpunkt null in Intervallen von fünf Minuten durchgeführt.

Analysiert (Abbildung 8) wurden: der **y-Mittelwert** (Schwerpunktsänderungen in der Sagittalebene), der **x-Mittelwert** (Schwerpunktsänderungen in der Frontalebene), die **Fläche** der Messpunktlinie (hervorgehend aus der Summe aller x- und y-Punkte), die Geschwindigkeit als Funktion von y (**GFY**), die die Geschwindigkeitsänderung der Schwerpunktsbewegung auf der y-Achse darstellt, und der Romberg-Quotient (QRBG), der das Verhältnis zwischen den Flächen bei geschlossenen und offenen Augen darstellt (9-10).

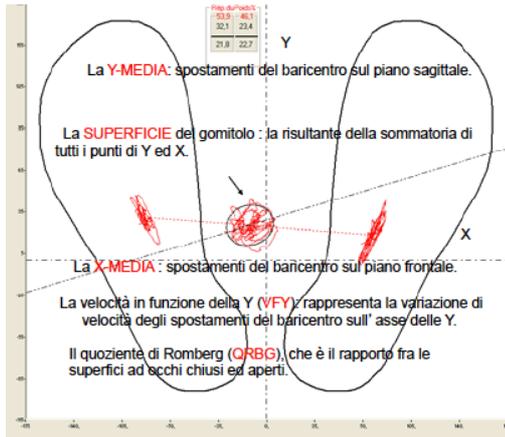


Abbildung 8

Analisi della t di Student

Gruppo di controllo

	SUPERFICIE	X -MEDIA	Y-MEDIA	VFY	Romberg
silicone	0,0291	0,327	0,0256	0,198	0,046
Supp. senza bat	0,0025	0,989	0,0202	0,0235	0,0052
Fusco	0,0011	0,275	0,0045	0,3613	0,0058
Marignan	0,007	0,1351	0,0038	0,1226	0,0242
Biotonix	0,0008	0,1542	0,0035	0,1675	0,00028
Bricot	0,0000001	0,0408	0,000001	0,0254	0,000001

Tabelle 1

Legende Abbildung 8:

Y-MITTELWERT: Schwerpunktsänderungen in der Sagittalebene.

FLÄCHE DER MESSPUNKTLINIE: Die Resultante der Summe aller X- und Y-Punkte.

X-MITTELWERT: Schwerpunktsänderungen in der Frontalebene.

Die Geschwindigkeit als Funktion von Y (**GFY**): stellt den Geschwindigkeitsänderung der Schwerpunktsbewegung der y-Achsen dar.

Romberg-Quotient (**RBGQ**): stellt Beziehung zwischen den Flächen bei geschlossenen und geöffneten Augen dar.

Legende Tabelle 1:

Analyse der Studentischen t-Verteilung

Kontrollgruppe

FLÄCHE X-MITTELWERT Y-MITTELWERT GFY

Romberg

Silikon

Sohle ohne Resonator

Fusco

Marignan

Biotonix

Bricot

ANALYSE

Die erhobenen Daten wurden mit der ANOVA-Methode ausgewertet. Die Analyse der Studentischen t-Verteilung ergab, dass im Kontrolltest die Silikonsohlen und die galvanischen Sohlen ohne Resonator (Bricot) bereits eine Destabilisierung der posturalen Strategie hervorrufen (Tab. 1). Die Silikonsohlen, wie von S. D. Perry bereits nachgewiesen (3), führen zu Schwankungen auf der Antero-posterior-Ebene und zeigen eine signifikante Änderungen des y-Mittelwerts und somit der Fläche und des RBGQ (Tab. 1). Die galvanischen Sohlen ohne Resonatoren (Bricot) ergeben, dass die einfache mechanische Stimulation der Fußsohle, wie von J. P. Roll (11-12-13) nachgewiesen, zudem zu Änderungen der posturalen Strategie führen (Signifikanz y-Mittelwert, x-Mittelwert, Romberg und Fläche), und auch zur realen agonistischen und antagonistischen Muskeladaption der unteren Gliedmaßen, wie die Signifikanz von GFY zeigt (10).

Die durchgeführten Tests mit den verschiedenen sogenannten „therapeutischen“ Sohlen ergaben, dass diese sich genauso verhalten wie die Silikonsohlen, der x-Mittelwert, die Fläche und der Romberg-Quotient sind signifikant. Die Bricot-Sohlen stellen eine Ausnahme dar; hier ergab sich eine viel signifikantere Studentische t-Verteilung für den y-Mittelwert, die Fläche und den Romberg-Quotienten, aber vor allem eine Signifikanz sowohl für den Parameter GFY, als auch für den x-Mittelwert (Tab. 1). dies zeigt, dass der Resonator der Sohlen von Bricot auf die Strategie des posturalen Systems einwirkt, anders als die anderen Stimuli, die mit der einfachen biomechanischen Stimulation deckungsgleich sind.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Angesichts dieser Tatsachen kann festgestellt werden:

- 1) Jede Stimulation der Fußsohle führt zu einer Destabilisierung des posturalen Systems (Fläche).
- 2) Dies führt zu einer neuen Ausgleichsposition, wobei das Becken als Stabilisator wirkt (y-Mittelwert).
- 3) Die Stimulierung der von Roll ermittelte reaktogenen medio-plantaren Zone (12) scheint relevant zu sein. Allein die mechanische Stimulation führt zu einer Veränderung des Wadentonus (GFY).
- 4) Die Stimulation mit dem Resonator nach Bricot verursacht die stärkste Reaktion. Sie ist die einzige, die die Symmetrie des muskulären Tonus beeinflusst (x-Mittelwert) und reduziert den Wadentonus deutlich (GFY).

Es kann abschließend konstatiert werden, dass die Füße tatsächlich ein Gegengewicht zur Schwerkraft sind (14). Jede Interferenz zwischen ihnen und dem Boden führt zu einer Veränderung des posturalen Gleichgewichts; wenn diese Interferenzen das posturale Gleichgewicht dauerhaft stören, führen sie mit der Zeit zu posturalen Pathologien (15-16-17).

BIBLIOGRAPHIE

- 1) E. R. Kandel, J. H. Schwartz, T. M. Jessell Principles of Neural Science, 4th ed. McGraw-Hill, New York. ISBN 0-8385-7701-6.
- 2) Kavounoudias A; Roll R; Roll J P The plantar sole is a 'dynamometric map' for human balance control. Neuroreport 1998;9(14):3247-52).
- 3) S. D. Perry, A. Radtke, C. R. Goodwin. Influence of footwear midsole material hardness on dynamic balance control during unexpected gait termination. Gait and Posture volume 25, Issue 1, Pages 94-98. 2007.
- 4) Fusco M. A.: Testo atlante di posturologia plantare. Massimo Marrapese Editore, Roma, 1998.
- 5) B. Bricot "La riprogrammazione posturale globale" Editore Statipro, 1996.
- 6) Marignan M., Baudry A. Neurostab Étude comparative par mesures de stabilométrie. Posturothérapie April 2006.
- 7) C. Spanghero, DISPOSITIF MEDICAL DE CLASSE 1 CERTIFIE CE <http://biotonix-lm.cusi.fr>.
- 8) Ouaknine M Les sabots dynamométriques. In: Posturologie. Gagey & Weber, éditions Masson. 3e édition.
- 9) A.F.P. Normes 85, 1985. Association Posture et Équilibre, 66 rue de Lisbonne 75008 Paris.
- 10) M. Rossato, P. Bourgeois, M. Ouaknine Stabilometry Standard Guidelines 2011-2013 during Clinical Practice. Marrapese Editore Roma 2013.
- 11) Roll Régine; Kavounoudias Anne; Roll Jean-Pierre Cutaneous afferents from human plantar sole contribute to body posture awareness. Neuroreport 2002;13(15):1957-61
- 12) Kavounoudias A; Roll R; Roll J P Specific whole-body shifts induced by frequency-modulated vibrations of human plantar soles. Neuroscience letters 1999;266(3):181-4
- 13) ROLL R, ROLL J.P, KAVOUNOUDIAS A. Cutaneous afferente from human plantar sole contribute to body awareness. Neuro Report. vol 13 n° 15, pages. 1957-1961,

2002.

14) Kavounoudias,-A; Roll,-R; Roll,-J-P The plantar sole is a 'dynamometric map' for human balance control. Neuroreport. 1998 Oct 5; 9(14): 3247-52.

15) A. Fimiani Correlation between the sagittal plane in adults and the automatic postural system: a longitudinal study with a 24 month follow-up period. Scoliosis 2009, 4(Suppl2):O27 doi:10.1186/1748-7161-4-S2-O27

16) A. Fimiani Scoliose de l'adulte : Evaluation de la HRQL chez 30 patients traités par Reprogrammation Posturale Globale méthode Bricot. Follow-up à 24 mois. Résonances Européennes du Rachis-Volume 13 -N° 41 – 2005

17) A. Fimiani The neuromuscular factor in idiopathic scoliosis; Retrospective longitudinal study of a group of 308 adolescents treated with neuromuscular rebalancing. Scoliosis 2013, 8(Suppl 1):O4. Dott. Antonio Fimiani medico – chirurgo, spec. In Fisioterapia www.antoniofimiani.eu.

Für weitere Informationen : fimianiantonio@libero.it