

ベルト付き骨盤サポーターによる知覚閾値と自律神経機能

青森県立保健大学大学院 リハビリテーション・福祉工学 渡部一郎、長門五城、須郷磨衣子

青森県立保健大学大学院 生活健康科学分野環境保健学領域 渡部朋子

ユニバース工業 中村幸司

キーワード：腰椎サポータ、知覚閾値、心拍周波数解析、皮膚温、自律神経

連絡先

氏名：渡部一郎

現住所：〒030-8505

青森県青森市大字駒込浜館間瀬 58-1

電話番号：017-765-2084 (FAX 兼用)

i_watanabe@auhw.ac.jp

Current perceptive threshold and autonomic nerve function due to lumbar supporters

Ichiro Watanabe¹⁾, Itsuki Nagato¹⁾, Maiko Sugo¹⁾, Tomoko Watanabe¹⁾, Kouji Nakamura²⁾
Aomori university, Health and Welfare, Graduate school of health science¹⁾
Universe Industry²⁾

Many kinds of supporters and orthoses are used not only for fixation and holding the joints but also for pain killer. It was thought that the skin sensation (A β nerve fibers) of touch and warmth of supporters could modify pain sensation (C nerve fibers threshold) in gate control theory. In this study, we examined current perceptive threshold(CPT) , autonomic nerve function by the accelerated sphygmograph (Tokyo Iken Co. SA-3000P) and the thermograms of face and fingers, before and after taking the lumbar supporters (Bihara Belts; Universe industry) for 5 minutes in seventeen healthy adults. The CPT of C nerve fibers were significantly higher after taking lumber supporters for 5 minutes. And skin temperature of nose and cheeks were significantly higher after taking the lumbar supporters. In analysis of frequency of heart rates ,the low frequency (LF) components (indicating sympathetic nerve function) became significantly lower and the high frequency (HF) components (indicating parasympathetic nerve function) became significantly higher after taking the lumbar supporters. Elevation of CPT of C fibers was thought to reduce pain and there was the correlations between the autonomic nerve function and pain sensation.

key words: lumbar supporter, perceptive threshold, autonomic nerve function, frequency analysis of pulse rates

要旨

骨関節疾患の疼痛に用いられるサポーターや装具は、固定・免荷など力学的な疼痛原因除去を期待され使用されるが、疼痛軽減には、皮膚への圧迫などの触覚入力や、保温作用、心理的作用など多くの要因が考えられる。中高年17名に対するベルト付き骨盤サポーター(ユニバース工業製)の疼痛軽減作用を、電流知覚閾値計測、皮膚温計測、脈波周波数解析による自律神経機能から検討し、下腹部圧迫による触覚によるC繊維慢性疼痛閾値の上昇による疼痛緩和作用、顔面手指の皮膚温上昇や脈波周波数解析による交感神経抑制作用の有意の変化を認め、疼痛軽減に関与する要因が示された。

はじめに

腰痛や腱鞘炎・関節痛などの疼痛に対して、サポーターや装具など固定・免荷など力学的な疼痛軽減作用を目的に使用される。厳密に採型・調整された支柱付きの膝サポーターや腰椎コルセットは、関節動揺性の制限・軟部組織の圧迫を含めた免荷・支持作用が期待されるが、金属支柱がなく、力学的作用の乏しい布製の簡易サポーターも患者により有効性を認め愛用されている。その疼痛軽減作用には、皮膚への圧迫などの触覚入力や、保温作用・心理作用など多くの要因が考えられている。慢性疼痛は、細い無髄C神経線維により伝達されるが、圧迫、温熱、電気などの物理療法の触覚を伝える $A\beta$ 、 $A\delta$ 有髄神経線維で調整されることが示されている (gate control 理論)¹⁾。今回は、市販されているベルト付き骨盤サポーターの疼痛軽減作用を、電流知覚閾値計測、顔面手指のサーモグラフィによる皮膚温計測、脈波周波数解析による自律神経機能から検討した。

今回、中高年の健常人に対し、ベルト付き骨盤サポーター (骨盤美腹ウォーカー ; 実用新案登録第 3146121 号) を用い、1 回着用前後の、腰腹部圧迫による触覚入力知覚閾値や自律神経機能の差異を検討した。

方法

対象は、17 名 (男性 1 名、女性 16 名、 55.7 ± 6.1 歳 (平均 \pm 標準偏差)) で、就業後の 15-17 時に検討した。室温 25°C 、湿度 45-55% で空調された五戸ユニバース工業施設内応接室で実験を施行した。ベルト付き骨盤サポーター (ユニバース工業製、青森県五戸) は、サポーター部もベルト部もパワーネット素材 (ナイロン 83%、ポリウレタン 17%) からできている。

着用前に、手指・顔面のサーモグラフィ撮影をし、その後、右前腕屈側近位皮膚部で電流知覚閾値計測 (約 5 分間) と左第 2 指で 3 分間の脈波計測を行った。ベルト付き骨盤サポーター着用 5 分後について、再び、同検査を施行した。

サーモグラフィは FLIR i5(FLIR SYSTEMS 製)を用い、安静坐位で顔面・両手手掌側を同時に撮像した。温度解析は、全データを収集後、直接実験にかかわらなかった別の担当者(大学生)が SD メモリーに記録されたデータを専用解析ソフト ThermaCAM QuickReport1.1 (FLIR R&D software)を使用し、鼻尖部、右頬部、左頬部、両 3 指尖部の点温度を拾い上げた。

電流知覚閾値 (Neurometer,NS3000 ; プライムテック社製)は、安静坐位で測定した。A β 、A δ 、C 知覚神経線維は、それぞれ特有の電流不応期と周波数 2000Hz, 250Hz, 5Hz の周波数電気刺激の皮膚知覚閾値がそれぞれ触覚 A β 繊維、痛覚 A δ 線維、慢性疼痛 C 繊維の閾値を示す原理に基づく。この機器は電子音と同時に強度の異なる正信号と偽信号をランダムに自動的に発し、被験者が知覚したかどうか確認し進行しつつ、統計的に 3 繊維の疼痛閾値が有効数字 3 ケタで収束するまで定量化を進め、被験者が故意に疼痛過敏を装うことや検者の主観的な影響が介入しない工夫がされている。

自律神経機能は、加速度脈波計 SP3000(東京医研製)を用い、左第 2 指で 3 分間の脈波を周波数解析した。統計学的検定は対応のある t 検定を用いた。

結果

骨盤サポーター着用前後の顔面・両手指の皮膚温は、鼻尖部温($35.2\pm 1.19^{\circ}\text{C}$ (サポーター着用前)、 $35.9\pm 1.37^{\circ}\text{C}$ (サポーター着用後) ; 平均 \pm 標準偏差 ; 以下同様) , 右頬部($35.0\pm 1.19^{\circ}\text{C}$ (前)、 $35.6\pm 1.26^{\circ}\text{C}$ (後))、左頬部($35.1\pm 1.15^{\circ}\text{C}$ (前)、 $35.7\pm 35.7\pm 1.37^{\circ}\text{C}$ (後))、右手指($31.3\pm 3.52^{\circ}\text{C}$ (前)、 $32.4\pm 4.09^{\circ}\text{C}$ (後))、左手指温($31.2\pm 3.42^{\circ}\text{C}$ (前)、 $32.3\pm 4.18^{\circ}\text{C}$ (後)) と、すべて着用前より着用後の温度上昇を認め、鼻尖部温、右頬部温では統計学的有意の上昇を示した(図 1)。

骨盤サポーター着用前後の右前腕での電流知覚閾値の検討では、A β (触覚) 閾値は前 $81.6\pm 26.6\text{CPT}$ が着用後 $76.7\pm 23.5\text{CPT}$ と低下傾向、A δ (急性疼痛) 閾値は前 $31.6\pm 13.8\text{CPT}$ が、着用後 $32.2\pm 13.6\text{CPT}$ と不変であったが、C(慢性疼痛)閾値は、前 $18.3\pm 14.3\text{CPT}$ が着用後

23.5±12.6CPT と有意の増加を示した (図 2)。

加速度脈波計測では、微分脈波指数 (前-7.8±31.3、後-7.5±39)、血管弾性度 (前-24.6±16.6、後-23.2±18.4)、平均心拍数 (前 75.2±30.2、後 74.7±10.4 拍/分)、心拍間隔標準偏差 (前 45.0±30.2、後 48.1±33.1) と有意の変動は認めなかったが、Low frequency 成分(0.04-0.15Hz) は前 72.3±13.6%から着用後 58.3±22.0%へ有意の減少、High frequency 成分(0.15-0.4Hz)は、前 27.7±13.6%から着用後 41.7±22.0%へ有意の増加を示し、LF/HF 比は前 3.4±1.9 から着用後 2.4±2.4 へ有意の減少を示した(図 3)。

考案

慢性疼痛は、直接の原因が現在医学で確立できず治療困難な疾患である。疼痛の局在不明や同時多発的な移動性疼痛などで悩まされる症例が増加している。たとえば、採血された部位の疼痛が長く続く、骨折などの外傷の治癒後も疼痛が持続するなどである。これらの症例では検査で異常を認めないため、医療不信や対人関係、不安や抑うつ状態となり、日常活動や就業などの社会参加に支障を生じている。関節リウマチ(以下 RA)の疼痛は、自己免疫疾患による炎症と関節破壊による局在性 A δ 線維を介する疼痛と考えられる。しかし、長期多関節が障害される難治性 RA では、徐々に局在性が不明で、気候や心因に影響される慢性疼痛様のじわじわ感・しびれ・不快感を訴える症例も多い。また RA に線維性筋痛症の合併例も報告され、難治性疼痛として疼痛評価法・治療法が注目されている²⁾。RA に用いられる装具は、本来関節保護・安静・固定を目的とするが、安静・固定性の乏しいサポーターなど好んで常用する患者もあり、表在性の触覚入力による疼痛修飾の可能性が考えられる。

知覚神経線維は、それぞれ特有の電流不応期と周波数と関係し、電気知覚閾値装置ニューロメーター NS3000 は、2000Hz, 250Hz, 5Hz の周波数電気刺激の皮膚知覚閾値がそれぞれ触覚 A β 繊維、痛覚 A δ 線維、慢性疼痛 C 繊維の閾値を示すとして臨床応用されつつある。

今回の検討では、サポーターによる腰部圧迫が、A β 触覚繊維・A δ 痛覚繊維には影響を与え

ないが、慢性疼痛を伝える C 神経線維閾値を有意に低下させる gate control 理論を裏づける結果が示された。

局所疼痛は、障害局所の交感神経性血管収縮と、患部の筋性防御のためスパズムを起こし、血管収縮による局所虚血によるプロスタグランディンやヒスタミンなどの発痛物質の増加が知られ、疼痛の悪循環として知られている。これらを抑えるためには交感神経緊張を抑える温熱療法やマッサージが臨床的に用いられる^{3,4)}。

今回の検討では、腰椎サポーターによる gate control 理論のみではなく、顔面(鼻尖など)や両手指の温度上昇で示される交感神経緊張抑制の可能性が示された。また、周波数解析による交感神経成分の減少、副交感神経成分の増加が示され、疼痛軽減に副交感神経優位の自律神経バランスの変化が関与する可能性が示された。今回の検討は、日常業務後の短期間の腰椎サポーター着用の効果であり、緊張していた就業終了後から時間が経過するに従い精神的にリラックスし交感神経より副交感神経優位となることは考えられ、骨盤サポーター単独の作用とすることは困難である。また疼痛患者でなく健常人を対象とした検討であり、今後の検討で、実際の疼痛症状と知覚閾値や自律神経機能を比較する必要がある。しかし、自律神経機能と知覚閾値がともに関連することが示されたことは意義が大きい。

結語

平均 55.7 歳（男性 1、女性 16 人）の健常人に、腹部サポータを 5 分間着用した前後の生理機能を検討し、着用前に比べ、鼻尖・頬部の顔面温度の上昇が示され、交感神経緊張の低下が示唆された。知覚閾値では、慢性疼痛を示す C 繊維閾値が有意に上昇し、疼痛緩和作用が示された。脈波周波数解析では、交感神経機能を示す LF 成分の低下、副交感神経機能を示す HF 成分の増加など、自律神経的にリラックスする傾向が示された。

文献

1. 渡部一郎監訳：疼痛、渡部一郎：監訳 EBM 物理療法第 2 版(M.H.Cameron 編著)、医歯薬出版、東京、pp1-479, 2005
2. 戸田克広：線維性筋痛症と chronic widespread pain：日本医事新報 4399, 67-70, 2008
3. 渡部一郎、岸直也：脳卒中肩手症候群の肩・頸部温熱療法による交感神経ブロック様作用, Biomedical Thermology 27, 45-49, 2008
4. 渡部一郎, 須郷麻衣子：脳卒中肩手症候群に対する星状神経節近傍光線療法の効果, Biomedical Thermology 28, 48-51, 2009