

Biomedical THERMOLOGY

日本サーモロジー学会機関誌 January 2010
Volume 29, Number 2

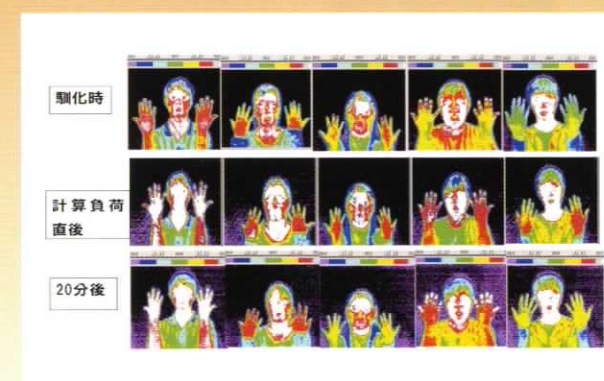


図3 香り有の場合の計算負荷後の温度変化

Biomedical Thermology 2010, 29 (2)

- 解 説／サーモグラフィで何がわかるか—診断原理—
三宅仁
- 解 説／臨床からみたサーモロジー
松崎敏男
- 解 説／リハビリテーション医療とサーモロジー
渡部一郎
- 原 著／片側頸部温熱療法が局所・全身性の交感神経機能に与える影響
須郷磨衣子・渡部一郎・長門五城
- 原 著／若年喫煙者の生活習慣と自律神経機能
渡部朋子・今淳・渡部一郎
- 原 著／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
渡部一郎・長門五城・須郷磨衣子・渡部朋子・中村幸司
- 原 著／森の香りの計算負荷ストレスに対するストレス緩和作用
—鼻頭温度からみたA型行動と非A型行動パターンとのリラックス度の違い—
高尾文子・新谷奈苗・中村百合子
- 原 著／腹腔鏡下胆嚢摘出術における患者体温の変化に関する一考察
白杵尚志・須藤広誠・大島稔・柏木裕真・竹林隆介・佐野貴範・赤本伸太郎
井上達史・柿木啓太郎・萩池昌信・岡野圭一・出石邦彦・鈴木康之
- 原 著／新型インフルエンザ感染制御におけるサーモグラフィの評価についての検討—健常群の顔面サーモグラフィによる考察—
芝田宏美・堀江修



the Japanese Society of Thermology

EFFECTS OF SMOKING ON AUTONOMIC NERVE FUNCTION IN COLLEGE STUDENTS

T. Watanabe¹, A. Kon¹ and I. Watanabe²

Aomori University of Health and Welfare Graduate School of Health Sciences¹

Aomori University of Health and Welfare Graduate School of Rehabilitation and Welfare Engineering²

The average life span of people in Aomori prefecture is the worst in Japan. Deaths from stroke, myocardial infarction and cancer are caused by life style problems especially smoking from early age.

We studied dietary habits and smoking, with physiological and biochemical examinations. In forty five male college students, we checked the height, weight and the life style habits. We checked the blood pressure, the concentration of carbon monoxide expiration, the accelerated pulse wave and skin temperature before and after a cold water immersion test (water at 15 degrees Centigrade, for 3 minutes). After the physical examination, we sampled the blood and biochemically examined the HbA1c, adiponectin, NK cell(CD56,CD16) and NK cell activities, etc.

The carbon monoxide (ppm) in expiration gas significantly correlated with the number of cigarettes ($R=0.88$). HbA1c ($5.0\pm 0.4\%$) of the smokers ($n=23$) was significantly higher than that of non-smokers ($4.7\pm 0.2\%$; $n=22$). Adiponectin of the smokers ($3.5\pm 0.2\mu\text{g/ml}$) was significantly lower than that of non-smokers ($5.0\pm 2.2\mu\text{g/m}$). The number of NK cell CD16+CD56+ of the smokers ($11.2\pm 6.7\%$) was significantly lower than that of non-smokers ($20.7\pm 8.7\%$). NK cell activity of the smokers ($26.1\pm 13.9\%$) was significantly lower than that of non-smokers ($41.4\pm 13.8\%$).

In analysis of the frequency of pulse rate, the very low frequency (VLF) components, low frequency (LF) components and high frequency (HF) components of smokers were significantly lower than those of non-smokers. It was shown that by smoking even these young people were disordered in glucose tolerance (HbA1c), lipid metabolism (adiponectin), immune system (NK cells) and the autonomic nervous system. We considered that guidance for diet and life style was needed for young people.

Key word : young smoker, HbA1c, adiponectin, autonomic nerves system, blood vessel tension

原 著

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

渡部一郎・長門五城・須郷磨衣子・渡部朋子・中村幸司

要約 : 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的変化を認め、疼痛軽減に関与する要因が示された。

Key words : 腰椎サポーター、知覚閾値、心拍周波数解析、皮膚温、自律神経

緒 言

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 β 、A δ 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⁾。

疼痛への心理作用に関しては、中枢系の多くの生化学的神経学的要因が研究されているが²⁾、ストレスや緊張時では交感神経機能亢進が末梢血管を収縮し皮膚温低下や発汗亢進など観察され^{2,3)}、顔面手指のサーモグラフィによる皮膚温計測は音楽療法の効果、QOL 指標との相関性が報告されている⁴⁾。

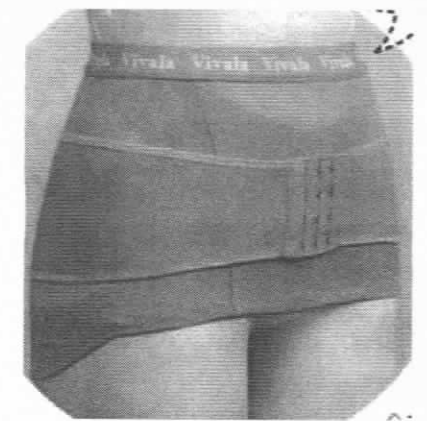
ベルト付き骨盤サポーター(骨盤美腹ウォーカー；実用新案登録第 3146121 号)は、腹圧を減少させる美容効果、腹圧を上昇し腰椎保護による運動習慣の促進を目的に市販されているが、その生理学的有用性は実証されていない。

今回、中高年の健康人に対し、ベルト付き骨盤サポーターを用い、1 回着用前後の、腰腹部圧迫による触覚入力が知覚閾値に与える影響と、顔面手指のサーモグラフィと脈波周波数解析による自律神経機能を検討した

対象と方法

対象は、17 名(男性 1 名、女性 16 名、 55.7 ± 6.1 歳(平均±標準偏差))で、就業後の 15-17 時に検討した。室温 25℃、湿度 45-55% で空調整備された五戸ユニバース工業施設内応接室をこの実験専用確保し検討した。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%)から構成されている(図 1)。

写真 1. 使用した骨盤サポーター(ユニバース工業)



着用前に、手指・顔面のサーモグラフィ撮影をし、その後、右前腕桡側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、着用中の手指・顔面のサーモグラフィ撮影と、電流知覚閾値計測と脈波計測を同様に施行した。

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)が姓名などの個人情報のない4ケタの通し番号で管理されたメモリカード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手指尖部の点温度を拾い上げた。

電流知覚閾値 (Neurometer, NS3000; Neurotron, Inc. Baltimore, MD, プライムテック社) は、安静坐位で右近位前腕橈側屈側皮膚(C5 筋皮神経支配域)にて測定した。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⁶⁾。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ランダムな信号を発生し定量化を進め、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。

倫理的な配慮として、被験者には、個人情報の守秘、実験の参加・不参加が就業の不利とならないこと、顔面のサーモグラフィは低解像度の熱画像のため個人を同定できないこと、知覚閾値検査は感知・不感知できる境界域の極めて弱い電気信号を判断する検査であるため疼痛や有害性がないことを説明し、了解を得られた方のみ施行した。

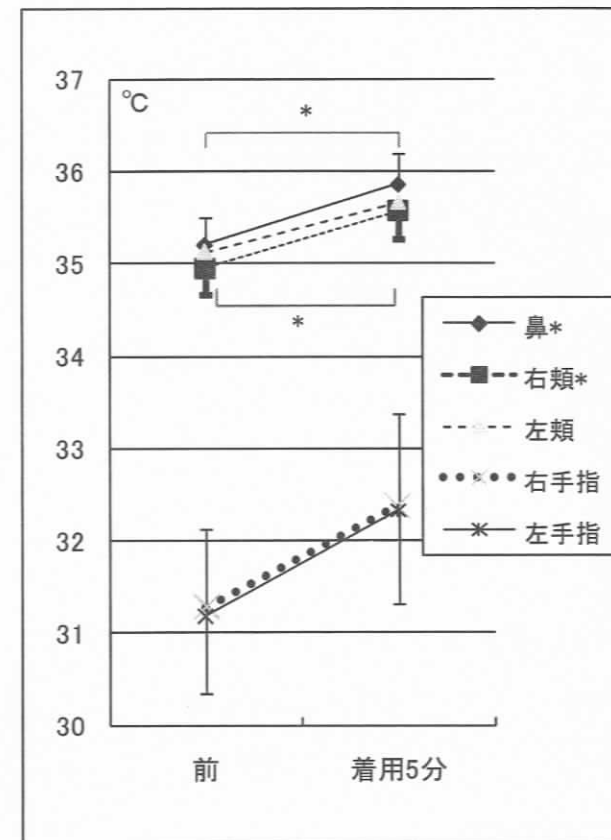
統計学的検定は対応のあるt検定をマイクロソフトエクセル 2003 の組み込み関数を用いて有意水準 $p < 0.05$ で施行した。

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、右頬部、左頬部、右手指、左手指温は、すべて着用前より着用後の温度上昇を認め、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)); 平均土標準偏差; 以下同様)、右頬部温($35.0 \pm 1.19^\circ\text{C}$

(前)、 $35.6 \pm 1.26^\circ\text{C}$ (後)) では統計学的有意の上昇を示した(図1)。

図1.皮膚温の検討

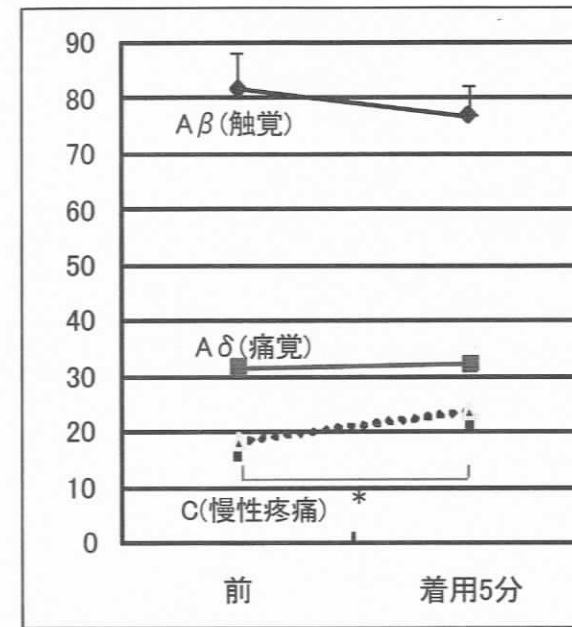


骨盤サポーター着用後、鼻尖部・右胸部皮膚温の有意の上昇を認めた(*: $p < 0.05$)

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) 閾値は着用後低下傾向、A δ (急性疼痛) 閾値は着用前後ほとんど不変であったが、C (慢性疼痛) 線維閾値は、前 $18.3 \pm 14.3\text{CPT}$ が着用後 $23.5 \pm 12.6\text{CPT}$ と有意の増加を示した(図2)。

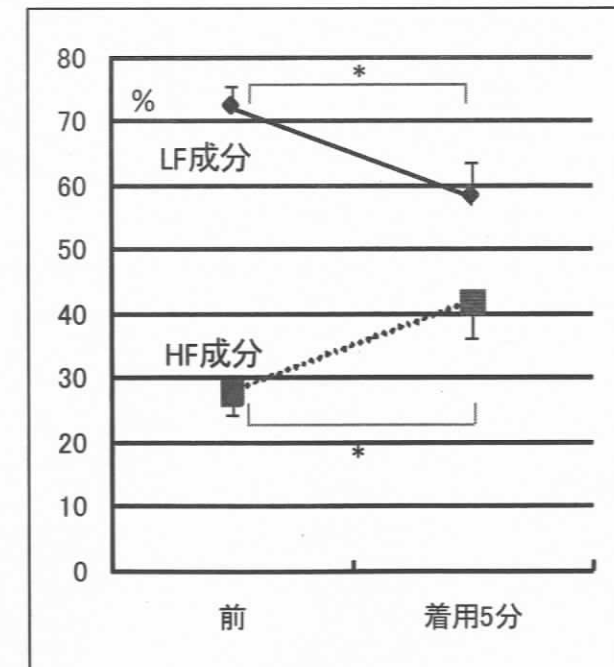
加速度脈波計測では、微分脈波指数、血管弾性度、平均心拍数(前 75.2 ± 30.2 、後 74.7 ± 10.4 拍/分)、心拍間隔標準偏差(前 45.0 ± 30.2 、後 48.1 ± 33.1)と有意の変動は認めなかったが、交感神経機能を示す Low frequency 成分(LF: 0.04-0.15Hz)は前 $72.3 \pm 13.6\%$ から着用後 $58.3 \pm 22.0\%$ へ有意の減少、副交感神経機能を示す High frequency 成分(HF: 0.15-0.4Hz)は、前 $27.7 \pm 13.6\%$ から着用後 $41.7 \pm 22.0\%$ へ有意の増加を示し、LF/HF 比は着用後有意の低下を示した(図3)。

図2.電流知覚閾値の検討



骨盤サポーター着用後、A β 触覚神経閾値は低下傾向、C 慢性疼痛閾値は有意の上昇を認めた(*: $p < 0.05$)

図3.脈波周波数解析



骨盤サポーター着用後、交感神経機能を示す LF (Low frequency) 成分は有意の低下、副交感神経機能を示す HF (High frequency) 成分は有意の上昇を認めた(*: $p < 0.05$)

考案

慢性疼痛は、直接の原因が現在医学では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。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 線維を介する疼痛が原因と考えられる。しかし、長期に多関節が障害される難治性 RA では、経過とともに、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 に線維筋痛症の合併例も報告され、難治性疼痛として評価法、治療法が検討されている⁶⁾。RA に用いられる装具は、本来関節保護・安静・固定を目的とするものであるが、安静・固定性の乏しいサポーターでも好んで着用する患者もあり、表在性の触覚入力による疼痛修飾の可能性が考えられ、疼痛性疾患の補装具と疼痛の研究が待たれている。疼痛の示標は現在も Visual analogue scale が最も信頼されるが、客観的生理学的指標として、今回の検討では健康人で非侵襲検査である電流知覚閾値、皮膚温、脈波周波数解析による自律神経機能検査について、冷水負荷などの特殊な負荷を加えない状態で検討した。

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、電流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 繊維の閾値との強い関連性を利用して、コンピューターによるランダムな信号発生装置との組み合わせで精度の高い知覚閾値装置として市販され⁶⁾、各種疾患や麻酔薬の効果などに臨床応用されてきている⁷⁾。

今回の検討では、サポーター着用後、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上昇させ、触覚入力や圧覚入力疼痛を軽減する 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 spasms 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ジ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¹⁾。疼痛の悪循環を遮断するため交感神経緊張を抑える温熱療法などの物理療法は広く臨床的に用いられている^{8,9)}。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も示された。

ただし今回の検討は、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が示されたと考えることもでき、骨盤サポーターによる自律神経機能への作用とすることは困難である。さらに疼痛閾値の変化もリラックスした後の心理的、自律神経学的影響の可能性も否定できない。

非侵襲性の電気知覚閾値検査の変化と皮膚温や脈波周波数解析がよく関係することは今後の疼痛性疾患の臨床検討や知覚閾値と自律神経機能の相互の関係を研究する必要性が示された。

結語

平均 55.7 歳(男性 1、女性 16 人)の健常人に、腹部サポーターを 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) Michelle H. Cameron et al. Physical agents in rehabilitation from Research to Practice .3.pain, Elsevier, St Louis, pp49-76, 2008
- 2) 渡部一郎.局所直線偏光近赤外線照射が生理機能に及ぼす影響.Biomedical Thermology 25(2):34-39,2005

- 3) 渡部一郎:加速度脈波・局所発汗計測による脳卒中片麻痺患者の自律神経機能障害、日温気物誌 72(3),193-200,2009
- 4) 東真由果,高尾文子,石井洋三,田中久江:音楽ワークによる地域住民の身体温度の変化と QOL への影響. Biomedical Thermology 25,59-64,2005
- 5) Manual booklet; Neurometer CPT and NervScan Neuroselective Electrodiagnostic Sensory Nerve Testing Equipment (updates),Neurotron, Incorporated, Denver CO, USA, pp1-60, 2008
- 6) 戸田克広:線維筋痛症と chronic widespread pain:日本医事新報 4399, 67-70, 2008
- 7) Liu,S., Kopacz, D.J., Carpenter, R.L. Quantitative Assessment of differential sensory Nerve block after lidocaine spinal anesthesia, Anesthesiology, 82(1),60-63,1995
- 8) 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
- 9) 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

所属

渡部一郎、長門五城、須郷麻衣子

青森県立保健大学大学院リハビリテーション・福祉工学
〒030-8505 青森市浜館間瀬 58-1
電話 017-765-2084
i_watanabe@auhw.ac.jp

渡部朋子

青森県立保健大学大学院生活健康科学環境保健学
〒030-8505 青森市浜館間瀬 58-1

中村幸司

ユニバース工業株式会社
〒039-1524 青森県三戸郡五戸町豊間内地蔵平 1-10

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 Industry, Gonohe city²

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 lumbar 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