

令和 6 年 6 月 10 日現在

機関番号：32651

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K10708

研究課題名（和文）触・圧刺激がもたらす鎮痛効果の探究 - 看護モデルによるゲートコントロール説への挑戦

研究課題名（英文）Investigating the analgesia caused by tactile stimulus - Challenge to the gate control theory by nursing model

研究代表者

深井 喜代子（Fukai, Kiyoko）

東京慈恵会医科大学・医学部・非常勤講師

研究者番号：70104809

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：当研究グループは、極小ビーズを高密度に敷き詰めたテープ（ビーズテープ、以下、BT）を疼痛部に貼付すると痛みが和らぐことを関節痛や筋肉痛などで明らかにしてきた。そこで本課題研究では、月経痛のある女性の下腹部皮膚にBTを貼付する準無作為比較試験を行い、BTが月経痛、すなわち内臓痛にも有効であることを明らかにした。BT貼付による鎮痛は皮膚とBTの接触面に生じるせん断力（ずれ又はすべり）が触覚神経を興奮させた結果引き起こされたと推察される。BT貼付という触圧刺激がもたらす鎮痛現象はMelzackとWall（1965, 1968）のゲートコントロール説を支持する有力なエビデンスを提供した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

触圧刺激を利用した痛みの補完代替療法にはマッサージがよく知られているが、芳香や温熱など他の方法と組み合わせて実施されることが多く、痛みを修飾する可能性のある複数の要素が含まれるため鎮痛効果を評価しにくい。マッサージはまた、施術者が手掌で実施するために対人間の心理的作用も無視できない。これに対してビーズテープ貼付による鎮痛は単に皮膚の機械的な触圧刺激によって起こる現象であるため、痛みの評価（鎮痛効果の判断）が容易で、費用対効果の高い、斬新な補完代替療法といえよう。学術的には、補完代替療法の鎮痛機序をゲートコントロール理論で合理的に説明できるという意義がある。

研究成果の概要（英文）：We have previously demonstrated that applying a tape covered with tiny beads (BT) to painful areas relieves pain in joints and muscles. In this project, we conducted a quasi-randomized controlled trial in which the BT was applied to the lower abdominal skin of women with menstrual pain, and confirmed that the BT was also effective for menstrual pain (visceral pain). It is speculated that the pain relief brought by the BT application is caused by the shear force that occurs at the contact surface between the skin and the BT, which excites the tactile nerves. The pain relief phenomenon caused by the tactile stimulation of BT application provides an evidence supporting the Gate Control Theory of Melzack and Wall (1965, 1968).

研究分野：基礎看護学、看護技術学、疼痛看護学

キーワード：痛み 月経痛 内臓痛 極小ビーズ付テープ 触圧刺激 せん断力 補完代替療法 ゲートコントロール説

1. 研究開始当初の背景

ゲートコントロール説 (Gate Control Theory、以下、GCT) は、太い触覚神経の興奮が細い痛覚神経を抑制して鎮痛を引き起こすというがおこるという理論で、1965年にMelzackとWall^①によって提唱された。しかし、GCTの本質を成す細胞の存在が脊髄膠様質で証明されなかったことから、GCTは1980年初頭には否定された。その約30年後、近年の分子生物学の進歩によって脊髄後角の神経回路網が次第に解明され始めると、GCTは学界で復古的注目を浴びるようになった。一方、痛みの臨床においては、GCTを理論的根拠とする電気治療（経皮的末梢神経電気刺激、以下、TENS）が有効な補完代替医療としてCGT発表から60年を経た現在でも難治性の痛みにも用いられている^②。一方、医師の指示に因らない一般の代替療法のうちGCTを根拠とするものはマッサージである^③。しかしながら、マッサージは施術者または患者本人が手掌で疼痛部の皮膚をさする（又は圧迫する）ため触圧刺激以外の対人接触や人間関係などの心理的要素が痛みの感受性に影響する可能性があり、さらに統一した施術方法が確立されてないこともあって、鎮痛効果の評価は困難である。

以上のようなCGTを理論的根拠に掲げる従来の研究と比較すると、本課題研究で私たちが疼痛患者の新たな補完代替療法として提案するビーズテープは、人の手を介さず純粋な触圧刺激を皮膚に与えるという点で、CGTの実証研究に適しているといえよう。学会報告に留まるが、これまでに私たちは体性痛に対するビーズテープの鎮痛効果を実証してきた^{④⑤}。

そうした研究背景から、全く同じ介入方法で体性痛と同様に内臓痛も軽減されるかどうか新たな課題となった。そこで、本課題の予備的研究として、ビーズテープが内臓痛を軽減する可能性があることを、まず月経痛の事例研究を実施して確認した^⑥。なお、この研究は前任の研究機関である岡山大学で開始し、本課題研究の初年度にデータ収集を終了したので、学会での発表が2020年度となった。

2. 研究の目的

この課題研究は、人の痛みに対する「極小ビーズを敷き詰めたテープ材（ビーズテープ）」がもたらす鎮痛効果のメカニズムを、看護モデルによって探究することを目標に計画された一連の研究の一部である。当研究グループはこれまでにビーズテープが体性痛を軽減することを実証してきた。そこで、ビーズテープが内臓痛にも効果があるかどうかを検討するために本課題研究を計画した。それらの研究結果から、皮膚へのビーズテープ貼付による鎮痛メカニズムの背景理論であるGCTの妥当性に迫ることを目標にしている。こうした研究経緯から、本課題研究の目的は女性の生理的な痛みである月経痛のある人を対象にビーズテープ貼付の有無による無作為比較試験を実施し、その鎮痛メカニズムを文献的に検討することである。

3. 研究の方法

本課題研究は以前からの研究成果をもとに計画されたものである。初年度には、以前の研究の未回収のデータ収集と分析を行い、その成果を翌年度に学会で発表した。本課題研究の具体的計画は、その研究成果が元となっている。よって、以前から引き継いだ研究の方法を（1）、本課題研究の方法を（2）として記述した。

（1）ビーズ付き腹帯を用いた予備的事例研究

月経痛のある女子学生を対象に介入の前後で痛みを評価した。まず月経初日または2日目に実験室で、ビーズ付き腹帯を装着する前と後に参加者の月経痛を評価した（図1）。痛み評価は、VAS、痛み度（Pain Vision[®]、NIPRO）、アクティブトレーサー（MemCalc、GMS）による心電図、SF-MPQ、Face Scaleなどを用い多次元的に行った。腹帯は弾性化学繊維の幅20cmの管状形で、内側の下腹部部分にビーズ（10mg、直径1.5mm）が取り付けられた。参加者は腹帯を着けた上にサンタリーショーツをはいた。参加者はさらに自宅で月経期間中、月経日誌にその日のVASを記録した。なお、データ収集は卵胞期の1日と、2回の月経期（腹帯を着ける期と着けない期）に行った。

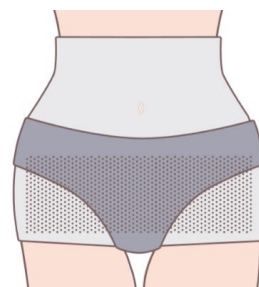


図1 ビーズ付き腹帯装着イメージ

（2）ビーズテープ貼付を用いた準無作為比較試験

中程度の月経痛がある若年健常女性の月経期に、極小のビーズをテーピングテープの粘着面に密に敷き詰めたテープ（ビーズテープ）を下腹部の皮膚に貼付してもらった（図2）。ビーズテープ貼付群（A-1及びA-2）と、テープのみ貼付群（B-1及びB-2）の2群にくじ引きで無作為に分け、1回の卵胞期と2回の月経期（介入あり、なし）の痛みを評価した（図3）。両群とも、

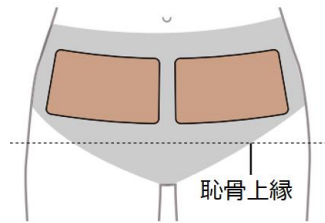


図2 テープ装着中のイメージ

月経初日から4日間、下腹部に貼り付けた。月経痛の主観的評価は、Visual Analogue Scale (VAS) のほかに3つの評価ツール (SF-MPQ、Face scale、Pain behavior) を使用して実験室で行った。このとき、生理学的デバイス (Pain Vision®) を使用して定量的な痛み

評価も実施した。さらに、参加者は月経初日から4日間、自宅で月経痛日誌にVASの痛みスコアをその日の最大値 (VAS Max) と大まかな平均値 (VAS Ave) を記録した。標本数が少ないためデータはパラメトリック変数として統計解析を行った。統計にはIBM SPSS Statistics Ver. 28を用いて、マン=ホイットニーのU検定及びウィルコクソンの符号付き順位検定を行った。また介入の効果は、パラメトリック検定で得たZを用いて算出した効果量rによって評価した。ノンパラメトリック検定では $P < .05$ を有意差有りとし、効果量rは、0.1が小さい、0.3は中程度、0.5以上は大きいと、それぞれみなした。

4. 研究成果

(1) 主な研究成果

① 極小ビーズ付き腹帯を用いた予備的研究の成果

1 グループによる事前事後試験の対象候補者女子学生12人のうち、7人が最終的な参加者となった。ビーズ付腹帯を着用した月経期と着用しない月経期と比較すると、全員の月経痛が軽減していた (VAS 平均値は28が14へ、痛み度の平均値は、120台から60台へ)。他の主観的指標もいずれも減少した。副交感神経活動は腹帯着用中に増加した。腹帯を着用しない月経期では月経3日目までは痛みは変化しなかったが、着用した月経期には痛みは1日目に20%、2日目と3日目に50%減少した。この結果を踏まえ、本課題研究を計画した。

② ビーズテープを用いた準無作為比較試験の成果

参加者候補26名のうち、B-2の1名が脱落したため、最終的にA-1群が7名、A-2群とB-1群が6名ずつ、B-2群が5名で、参加者は計25名であった。参加者の月経周期は28-32日で、月経痛は全員、月経1-2日目に最大であった。なお、A、Bそれぞれの2群のすべての変数の群間比較で差を認めなかったため、データ解析はA群 (ビーズテープ使用、n=13) とB群 (単なるテープ使用、n=12) の2群としてデータ解析を行った。

アセスメントツールを用いた比較では、A群では4種類の主観的痛み評価ツールでビーズテープを貼付した月経期の方が、貼付しなかった月経期よりも痛みのスコアが低かったが、B群ではそうした差はみられなかった。効果量(r)はA群の群内比較では中程度以上であった (SF-MPQ: 0.46、Face scale: 0.46、Behavior, 0.43)。これに対してB群では4つのツールで効果量は約0.1であった。また、テープ貼付時の群間比較によるrは0.3-0.6であった (SF-MPQ: 0.31、Face: 0.55、Behavior: 0.41)。

アセスメントツールと同時に実験室で実施したPain Vision®による評価の群内比較では、A群の効果量r (0.27) のほうがB群 (0.16) より大きかった。

月経痛日誌に記録されたVASスコアは月経第1-2日目の平均値を個人値として比較分析を行った。A群のVAS Maxの群内比較では効果量rは0.30、B群のVAS Maxの群内比較では-0.06であった。VAS MaxのABの群間比較では、テープ貼付時の効果量が0.35、テープ無しでは0.18であった (図4)。

テープ貼付による感覚は数秒から数分以内に消失したが、腹筋を使うような動作のたびに、貼

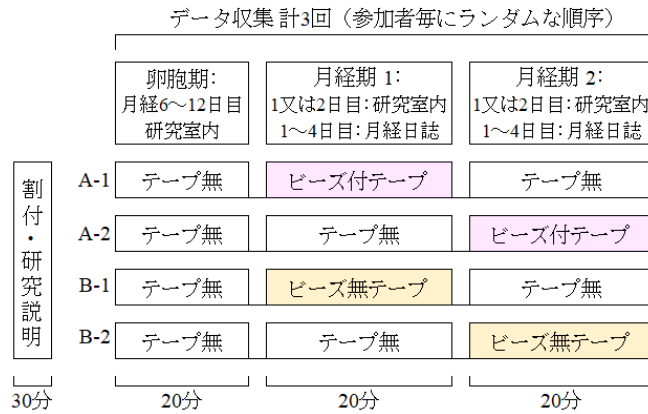


図3 参加者の割り付けとデータ収集手順

A、B群ともテープ貼付順序を変えた2群に分けた。

付直後と類似の感覚を体験していた。その感覚を言語表現すると、A群では皮膚の緊張を示す言葉で表現されていたが、B群では極小ビーズの特徴を表すような日本語独特の擬態語言葉 (Onomatopoeia) が使われていた。

(2) 得られた成果の国内外の位置づけとインパクト

人が手を使って実施するマッサージ^④やタッチ^⑦のような触圧刺激には心理的要素が痛みを修飾可能性がある。

Kakigiら(1996)^⑧は皮膚の振動刺激が痛みを減弱することを明らかにし、この現象を説明する理論はGCTであると述べている。私たちが用いたビーズテープも単に機械的刺激を皮膚に与えているに過ぎないので、物理的刺激要素は振動と同じと考えられる。

そこで、ビーズテープの形状から触圧刺激がどのように発生するかを推測する。ビーズテープは粘着性のテープングテープに直径1.5mmの手芸用ビーズが5mm間隔で整然と並ぶ形状で、通常は75mm×135mmの大きさのものを1~数枚、疼痛部位の皮膚に貼付する。1枚のビーズテープには約270個のビーズが整然と並び、皮膚上の触・圧受容器の受容野を覆い尽くす。ビーズテープはビーズ部分とビーズの付着していない粘着部分で皮膚に密着しているため、身体が動く(筋収縮がおこる)とき移動する皮膚に引っ張られる。このとき皮膚とビーズテープの間におこるずれの力(せん断力)が触圧刺激となっていることが推測される(Fukui, 2016)^⑨。せん断力に着目した研究はスポーツ医学の分野でテープングに関する研究があるのみで、代替医療や看護学分野での報告は皆無である。

(3) 予想外の知見

本研究グループが用いたビーズテープは皮膚に触圧刺激を与える、すなわちGCTの重要な要素である太い触覚神経を興奮させる材料として用いた。ところが、テープ貼付の感想を参加者に尋ねたところ、保温様の快の感覚を表現する者が複数いた。ビーズテープは皮膚に密着しているが、ビーズの高さ(約1mm)だけビーズの周囲にビーズの数だけ小さな空間ができる。これは限界層と呼ばれる深部体温に近い空間で、密着したテープによって閉鎖された空間となっているため下着や衣服で覆われた身体他の部分よりも温度が保たれやすいと考えられる。さらに、身体の動き(筋収縮)によって発生した熱で体表の温度は上昇するが、この空間ビーズテープ直下のいわゆる微小空間は放熱も蒸発もしにくい状態にある。ビーズテープ貼付によって参加者が温かさを感じたのは、その結果であるかもしれない。ビーズテープ貼付によって生じるせん断力以外に微小空間で起こる現象(微小な気候の変動)が痛みの修飾要素となる可能性があり、この知見は予想外であった。

(4) 今後の展望

今後の課題として、ビーズテープと皮膚の間に生じるせん断力と微小気候の物理学的アプローチが考えられる。また、臨床痛の観察タイミングを検討してビーズテープの効果がよりの確に評価されれば、より大きな効果量が得られる可能性があるため、今後、エビデンスを積み重ねる必要がある。それによって、ビーズテープは費用対効果が大きい補完代替療法となることが期待される。

<引用文献>

- ① Melzack, R.; Wall, P.D. Pain mechanisms: A new theory. *Science*. 150, 971-979, 1965.
- ② Ong Sio, L. C., Hom, B., Garg, S., Abd-Elseyed, A.: Mechanism of action of peripheral nerve stimulation for chronic pain: A narrative review. *Int. J. Mol. Sci.* 2023, 24, 4540. <https://doi.org/10.3390/ijms24054540>.
- ③ Fisher, C., Sibbritt, D., Hickman, L., Adams, J.: A critical review of complementary and alternative medicine use by women with cyclic perimenstrual pain and discomfort: a focus upon prevalence, patterns and applications of use and users' motivations, information seeking and self-perceived efficacy. *Acta Obstet. Gynecol. Scand.* 95:861-871, 2016. <https://doi.org/10.1111/aogs.12921>.
- ④ 深井喜代子: 極小ビーズを敷き詰めたテープ材が種々の臨床痛に及ぼす効果. 第31回日本疼痛学会, 2009年7月, 名古屋市.

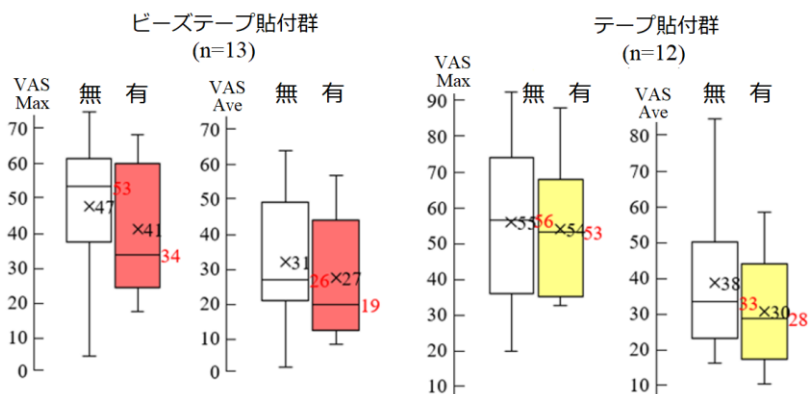


図4 月経痛日誌のVAS記録による2種類のテープ使用の有無比較

- ⑤ 深井喜代子：触・圧刺激を利用した新しい鎮痛材の開発－痛みのある患者への適用と成績．日本看護技術学会第5回学術集会，2006年11月、岡山市．
- ⑥ Fukai, K., Mengyun, P., Ishikawa, R.: A belly band with tiny beads reduces menstrual pain: A preliminary study. The 6th International Nursing Research Conference of World Academy of Nursing Science, held virtually, August, 2020.
https://www.c-linkage.co.jp/6wans/data/program/wans2020_abstracts.pdf.
- ⑦ Goldstein, P., Shamay-Tsoory, S.G., Yellinek, S., Weissman-Fogel, I.: Empathy predicts an experimental pain reduction during touch. *J. Pain.* 17(10):1049-1057, 2016.
<http://doi.org/0.1016/j.jpain.2016.06.007>.
- ⑧ Kakigi, R., Watanabe, S.: Pain relief by various kinds of interference stimulation applied to the peripheral skin in humans: pain-related brain potentials following CO₂ laser stimulation. *J. Peripher. Nerv. Syst.* 1 (3):189-198, 1996.
- ⑨ Fukui, T., Y Otake, Y., Kondo T.: In which direction does skin move during joint movement? *Skin Res Technol*,22(2):181-8, 2016. <http://doi.org/10.1111/srt.12248>.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 深井喜代子、大倉美穂、佐知亨、鈴木佳代、石川涼太、遠山寛子、川井真
2. 発表標題 下腹部に貼付した極小ビーズ付テープの月経痛に対する効果
3. 学会等名 第44回日本疼痛学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Fukai, K., Mengyun, P., Ishikawa, R.
2. 発表標題 A belly band with tiny beads reduces menstrual pain: A preliminary study
3. 学会等名 The 6th International Nursing Research Conference of World Academy of Nursing Science (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	大倉 美穂 (Okura Miho) (10259591)	川崎医療福祉大学・保健看護学部・講師 (35309)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------