



文化学園リポジトリ

Academic Repository of BUNKA GAKUEN

服飾文化共同研究拠点／文化ファッション研究機構

Joint Research Center for Fashion and Clothing Culture / Bunka Fashion Research Institute

文化学園大学

Bunka Gakuen University

文化服装学院

Bunka Fashion College

文化ファッション大学院大学

Bunka Fashion Graduate University

文化外国語専門学校

Bunka Institute of Language

Title	歩行負荷による主観的痛みの評価におよぼす客観的指標の影響
Author(s)	岡林, 誠士
Citation	文化学園大学・文化学園大学短期大学部紀要 49 (2018-01) pp.1-7
Issue Date	2018-01-31
URL	http://hdl.handle.net/10457/2756
Rights	

歩行負荷による主観的痛みの評価におよぼす客観的指標の影響

Influence of Objective Indicators on Subjective Pain Assessment by Walking Load

岡林 誠士

Satoshi Okabayashi

要旨

近年、要介護・要支援者の拡大に伴い、その一因となるロコモティブシンドロームが注目されている。本研究では、ロコモの初期段階において「痛み」と向き合いながら適度な運動機会を持ち・維持することが疾患への移行を予防する効果的な対策であると考え、その第一段階として歩行負荷による「痛み」の主観的な側面に対しての実験的なアプローチを行なった。方法は、ウェアラブルデバイスを実験参加者に装着し、実験条件毎に異なる客観的指標を呈示刺激として与え、歩行負荷による主観的痛みをVASにより報告するというものであった。2種類の実験を実施した結果、本実験環境および条件からは、以下の3点が示唆された。1：実験参加者に与えている負荷が同様であると考えられる場合においても、示される指標が異なるものであればその影響を受けて主観的痛みの評価が変化する、2：実験経験の影響は主観的痛みの評価に抑制的に機能する、3：(2の) 実験経験による影響は呈示刺激による影響よりも大きい可能性がある。今後の課題としては、個人データによる個別分析および指標や刺激の再検討が挙げられた。

●キーワード：主観的痛み (subjective pain) / ロコモティブシンドローム (locomotive syndrome)

ウェアラブルデバイス (wearable device)

I. はじめに

超高齢化社会における要介護者の増加は、福祉問題のみならず、個人のQOL、労働者の不足という我が国の未来を左右する極めて大きな、かつ、喫緊の問題である。現在、要支援が必要となった主な原因として最も多いのは関節疾患¹⁾であり、また、ロコモティブシンドローム(ロコモ、運動器症候群)の該当者数は、予備軍を含めると全国で4700万人のぼると推測されている²⁾。本疾患に関する取り組みとしては、平成19年にその名称を提唱³⁴⁾した日本整形外科学会がロコモに関する知識や予防への様々な取り組み、治療者の情報提供⁵⁾などを実施しており、適切な予防を実施することを促している。しかし、自身の運動器に不調のない時点、すなわち「痛み」がない時点で将来の運動器疾患の予防のため、日々の社会生活の中で適度な運動機会の時間を確保・維持することは容易ではないだろう。そして、こういった予防策に配慮が向かないまま自身の身体に「痛み」が始まった時点で、運動器疾患に初めて注意が向き、さらに「痛み」を繰り返し経験することで、身体的不快感や負担感、疾患という不安感などが過剰に経験さ

れることとなる。そのため、痛みを感じ始め、注意が向いた段階でのサポートには身体的側面からのサポートだけではなく、個人的な「痛み」に対する精神的側面からのサポートも必要であると考えられる。つまり、本疾患の予防には、症候群であるロコモの初期段階(移動機能の低下を自覚する段階)において、「痛み」と向き合いながら適度な運動機会を持ち・維持することが疾患への移行を予防する効果的な対策の一つであると考えられる(Figure 1)。

しかし、ロコモのリスク因子や予防運動(ロコトレ)、機能性下着に関する研究は現在盛んに行なわれているが、生活の中で実際にロコモを意識する大きなきっかけとなる歩行による「痛み」の主観的な側面に着目した研究アプローチは少ない。「痛み」は、本人にしか感じ得ない主観的な側面を持ち、一定の負担に対して一定の痛みが認知されているとは限らない。そのため、電気生理学的方法により定量的データとして痛みを測定した場合、その指標と日常での個人の痛みの感じ方には乖離があるともいわれる⁶⁾。すなわち、痛みにおける主観的判断は、個人的かつ偏差の大きいものである。そのため、

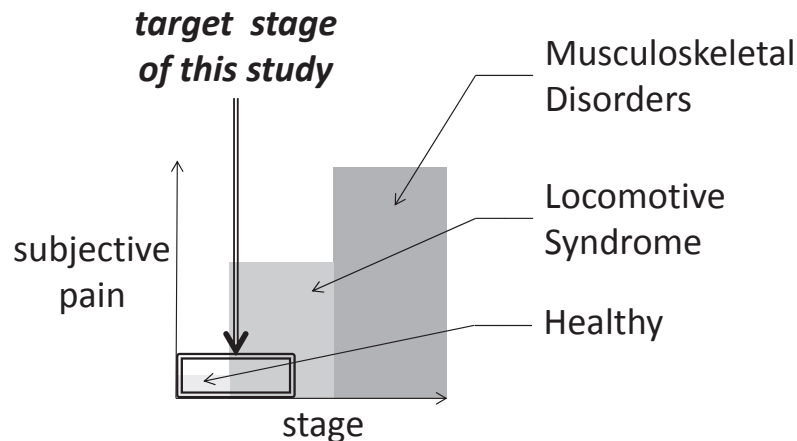


Fig 1 : The key map and the domain for research of a subjective pain accompanying advance (Stage) of a disease.

一定の基準の基に作成された痛みの指標を計測・フィードバックしても、実際に一定の認知（感じ方）を保つことは難しいと考えられる。さらに、脳領域の疼痛関連活動が感情によって調節されること、つまり、感情が痛みの知覚に影響を与えていることが神経科学において検証されてる⁷⁾。そして、痛みは様々な要因によって影響されることが「感覚の門（sensory gate）理論」として知られており、疼痛管理においてその考え方が利用されている⁸⁾。尚、本研究では、痛みという本来的に主観的な感覚に対して、敢えて「主観的痛み」という表現を用いた。その理由として、経験により影響される心理的側面に着目し、実際の負荷とは比例関係にない痛みを特に対象としていることからである。本研究では、主観的痛みについての検討として、2つの実験を実施した。その際、痛みの原因とする歩行負荷を実験的な操作によって与えることから、身体に不調を感じていない若年層を対象とした。尚、負担について概ね一定であることを確認するため、インソール型のウェアラブルセンサとしてReTiSense社のStridalyzer（Figure 2）を用いた。本装置は、足裏にかかる圧力や膝にかかる圧力をリアルタイムで計測し、ランニングフォームの改善を目指す目的で製品化されているウェアラブルデバイスである。そのため、足裏にかかる負担が計測可能で、そのデータと身体情報等から膝への負担を予測して提示することができるものであった。

II. 実験 1

II-1. 目的

負担が概ね一定であると仮定できる場合、外部からの客観的な指標によって主観的痛みがどのように変化する

のかを検討した。仮説として、（上記の）ウェアラブルデバイスを用いて負担が極端に多いまたは少ないことなく概ね一定であることが確認される場合、外部からの客観的な指標が大きい場合には主観的痛みの評価も大きく、外部からの客観的な指標が小さい場合には主観的痛みの評価も小さい、と設定した。

II-2. 方法

II-2-1. 実験参加者

関東圏の私立大学に通う大学3・4年生で、足腰に不調および足腰に関して現在通院や治療中ではない大学生30名に協力を得た（全て女性、本研究では上記健康状態を確認、年齢は20～23歳までであった。うち1名は実験中断の為、分析から除外した）。尚、全ての実験参加者に対し、本研究への参加の同意、プライバシー保護の徹底等について予め十分に説明し、同意が得られた者を対象とした。

II-2-2. 実験時期および実験状況

2016年10月～12月に、研究室内の実験スペース（約（W）200×（D）240×（H）300cm）を利用して実施した。実験に使用した部屋は適度な照度（約500lx）であり、騒音は無かった。

II-2-3. 実験装置

実験装置には、ウォーキングマシン（EXW3015、アルインコ社製）1台、Stridalyzer（ReTiSense社製）1足、ipad mini 2（Wi-Fiモデル、16GB、Apple社製）1台、Face Rating Scale（FRS）（Figure 3）⁹⁾とVisual Analogue Scale（Figure 4）¹⁰⁾を参考にA4サイズで用いた。ウォーキングマシンは、お知らせ機能等の通知機能は設定を解除し、ウォーキングマシンの画面表示は実

験参加者に見えないように布で覆いを付けていた。

II-2-4. 実験手続き

Stridalyzer を実験参加者の靴のサイズに合わせて準備し、実験参加者自身に自分の靴の内側に設置させ、実験者がStridalyzer と ipad を Bluetooth により接続した。設定の終了後、実験参加者をウォーキングマシンに移動させ、以下の教示を行なった。「この実験では、20 分間ウォーキングマシンを使って、一定の速度で歩いてもらいます。その中で、(FRS の用紙を見せながら) ウェアラブルデバイスからの状態に応じた指標を見せます。また、その際に(VAS の用紙を見せながら) Visual Analogue Scale を呈示しますので、自身の状態について教えてください。これらを見せるタイミングは複数回あるので指示に従って教えてください。」

以上の教示の後、ウォーキングマシンを稼動(スタートボタンを押した)させた(ウォーキングマシンの設定は、速度 3.3km/h、時間 20 分とした)。

開始後 30 秒後、歩かせながら、FRS の 0 (痛くない) を呈示し、実験参加者に VAS 内で自身の状態を答える

ように指示した。その際、この時点での足裏圧力分布と膝負担の状態として ipad にて状態写真を呈示した。尚、この写真(デモ呈示)は予め準備しておいたものであり、全実験参加者は同一のものを確認した。同時に、実験者は実験参加者の実際の負担状態を確認し、危険がない状態であるかを随時確認した。

開始 10 分後、歩かせながら、FRS の 2 (ほんの少し痛い) を示して呈示し、実験参加者に VAS 内で自身の状態を答えるように指示した。この時点では、ipad での状態写真の呈示は行なわず、実験者が実際の負担状態を確認し、危険がない状態であるかのみを確認をした。

最期に、開始 20 分後、歩くことを止めさせ、Group1 では FRS の 4 (少し痛い) を呈示(実験条件 A) し、Group 2 では、FRS の 8 (かなり痛い) を呈示(実験条件 B) した。そして、実験参加者に VAS 内で自身の状態を答えるように指示した。この時点でも ipad での状態写真の呈示は行なわず、実験者が実際の負担状態を確認し、危険がない状態であるかのみを確認をした。各群の実験条件を Table 1 に示す。

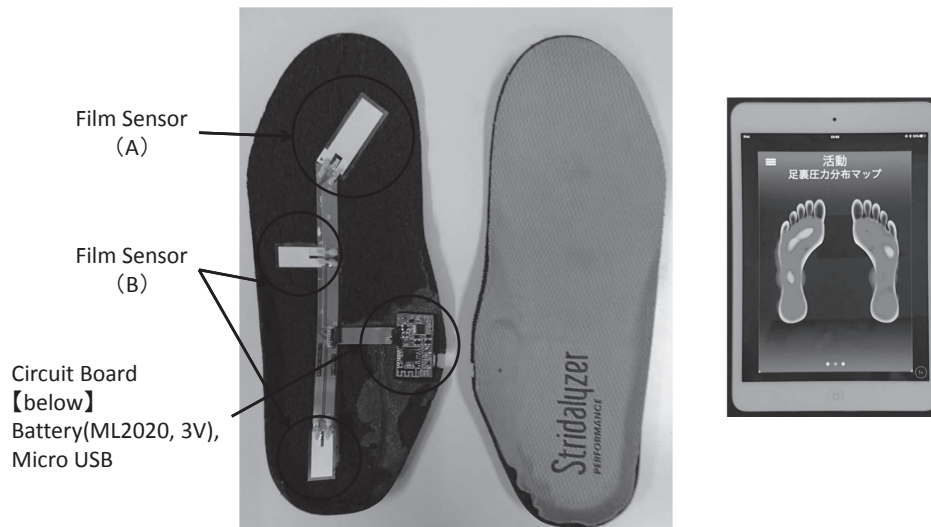


Fig 2 : (Left) Inside and outside which removed the exterior of Stridalyzer (ReTiSense), (Right) The screen by which demonstration presentation was carried out

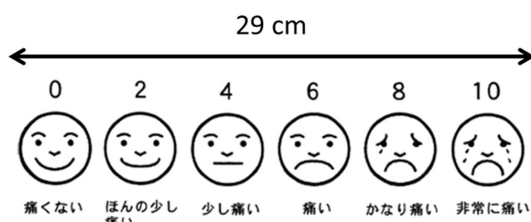


Fig 3 : Face Rating Scale (FRS)

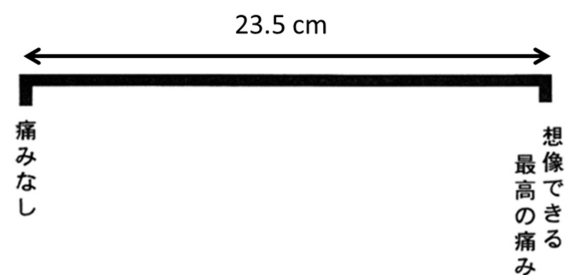


Fig 4 : Visual Analogue Scale (VAS)

Table 1 : Stimulus of FRS by an experimental condition

Group	Condition	Presentation time		
		After 30s	After 10min	After 20min
Group 1	A	0	2	4
Group 2	B	0	2	8

II-2-5. 結果の処理方法

実験参加者が開始 30 秒後, 10 分後, 20 分後に, VAS 内で自身の状態を指示した点に実験者がチェックを入れ, 左端からその点までの距離 (cm) を測定し, 主観的痛みの評価指標 (cm) とした。なお, 球面性検定が有意な場合には, Greenhouse-Geisser の e による補正を自由度が 1 より大きい反復測定 of F 値の検定に用いた。交互作用または主効果に有意な差が認められた場合には, Bonferroni 法による多重比較を行なった。なお, 統計処理には R (Ver. 3.4.1) を使用し, 有意水準はいずれも 5% 未満とした。

II-3. 結果および考察

実験参加の人数の内訳は, Group 1 が 20 名, Group 2 が 9 名であった。Figure 5 に, 各実験条件の各時点での主観的痛みの評価指標 (cm) を示した。この測定指標に対して, 呈示刺激 (実験条件 A・実験条件 B) × 呈示時間 (30s 後, 10min 後, 20min 後) による 2 要因混合計画の分散分析を行なった。その結果, 呈示条件, 呈示時間の主効果 ($F(1, 27) = 6.47, p < .05, \eta^2 = .06$; $F(2, 54) = 79.36, p < .01, \eta^2 = .49$) および呈示刺激と呈示時間の交互作用がみられた ($F(2, 54) = 3.43, p < .05, \eta^2 = .02$)。

そこで, 単純主効果について確認し, 呈示時間 20min 後における呈示刺激 ($F(1, 27) = 6.77, p < .05, \eta^2 = .20$), 両実験条件における呈示時間 ($F(2, 38) = 32.87, p < .001, \eta^2 = .40$; $F(2, 16) = 91.14, p < .001, \eta^2 = .81$) に有意な差がみられた。多重比較の結果, 呈示時間においては両条件の共に 30s 後 < 10min 後 < 20min 後 (5% 水準) であった。尚, 交互作用の効果量が低いことには留意しつつ, 以下の検討を行なった。

呈示時間は, 30s, 10min, 20min と時間が経過するにつれて主観的痛みの評価指標の値も増加すると推測されることから妥当な結果であると考えられる。そして, この結果から, 本実験計画における従属変数が時間経過と共に増加する性質を持つ指標であることが示されている。一方, 呈示刺激においては, 呈示時間 20min 後においてのみ違いがみられた (Group 1 < Group 2)。呈示時間 30s 後と 10min 後では, 両群とも同じ刺激 (30s 後は 0, 10min 後は 2) であり, 呈示時間 20min 後のみ異なる刺激 (呈示刺激 4 か呈示刺激 8) である。この結果から, 呈示刺激の違いによって主観的痛みの評価指標にも変化がみられ, 呈示刺激の値が大きい方が, 主観的痛みの評価も大きいということが示唆された。実験参加者に与えている負荷は共に 20 分の歩行であることから,

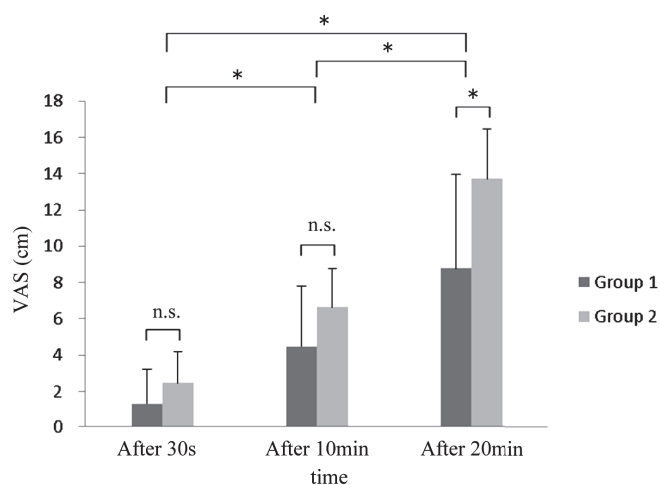


Fig 5 : The value of VAS by an experimental condition and presentation time.

Note. * $p < .05$.

同様の負荷であると考えられる場合においても、示される指標が異なるものであれば、その指標の影響を受け、主観的痛みの評価が変化すると考えられる。

Ⅲ. 実験 2

Ⅲ-1. 目的

実験経験によって主観的痛みの評価は影響を受けるのかを加えて検討した。実験経験により、歩行負荷に対する痛みへの慣れ（馴化）もしくは経験による実験への親近感が高まるなどの情動変化に繋がると考えられる。そのため、仮説として、実験経験が1回目の場合よりも2回目の場合では主観的痛みの評価は減少する、と設定した。

Ⅲ-2. 方法

Ⅲ-2-1. 実験参加者

実験1において Group 1（実験条件 A）に参加した者のうち、再度の実験参加に同意が得られた 10 名を対象に 2 回目の実験を実施した。確認事項は実験1と同様に実施した。尚、2 回目の実験参加に同意が得られた者には、実験1の結果のフィードバックおよび実験の説明は本 2 回目の実験終了後に実施した。

Ⅲ-2-2. 実験時期および実験状況

2016 年 11 月～12 月に、実験1と同様の実験状況で実施した。各実験参加者の 2 回目の実験参加までの時間的間隔は $M = 15.22$ 日、 $SD = 11.01$ 日であった。

Ⅲ-2-3. 実験装置

実験1と同様であった。

Ⅲ-2-4. 実験手続き

実験前の説明および教示、実験装置の設定、実験前後の確認は実験1と同様であった。開始後 30 秒後、開始 10 分後は実験1と同様の経験をし、最期の開始 20 分後は実験1とは異なり実験条件 B が呈示された。2 回の実験経験を持つ本群を Group 3 とした。

Ⅲ-2-5. 結果の処理方法

実験1と同様の処理を実施した。比較対象には、実験1で同実験条件を用いた Group 2（実験経験 1 回）を用いた。

Ⅲ-3. 結果および考察

実験参加の人数の内訳は、Group 3 は 10 名であった。Figure 6 に、Group 3 での主観的痛みの評価指標（cm）を示した。実験1と同様に、この測定指標に対して、実験回数（実験回数 1 回目・実験回数 2 回目）×呈示時間（30s 後、10min 後、20min 後）による 2 要因混合計画の分散分析を行なった。その結果、実験回数、呈示時間の主効果（ $F(1, 17) = 10.02, p < .01, \eta^2 = .11$; $F(2, 34) = 80.95, p < .01, \eta^2 = .57$ ）および実験回数と呈示時間の交互作用がみられた（ $F(2, 34) = 21.80, p < .05, \eta^2 = .03$ ）。そこで、単純主効果について確認し、呈示時間 10min 後、20min 後における呈示刺激（ $F(1, 17) = 6.47, p < .05, \eta^2 = .28$; $F(1, 17) = 11.35, p < .01, \eta^2 = .40$ ）、両実験回数における呈示時間において（ $F(2, 16) = 91.14, p < .001, \eta^2 = .81$; $F(2, 18) = 19.10, p < .001, \eta^2 = .47$ ）有意な差がみられた。多重比較の結果、呈示時間においては両条件の共に 30s 後 < 10min 後 < 20min 後（5% 水準）で

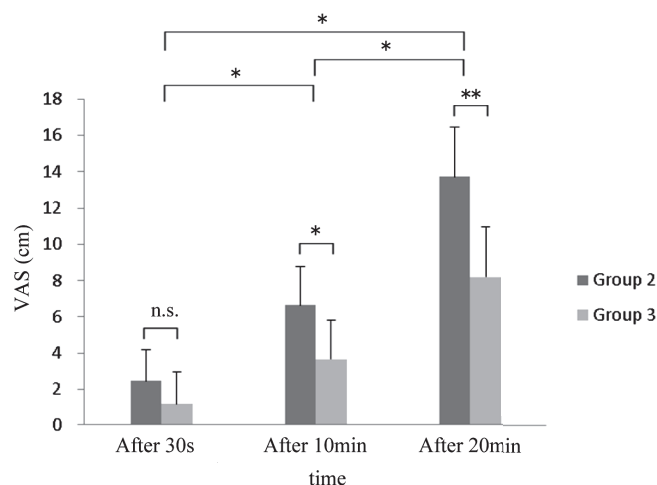


Fig 6 : The value of VAS by experimental times and presentation time.

Note. ** $p < .01$. * $p < .05$.

あった。尚、交互作用の効果量が低いことには留意しつつ、以下の検討を行なった。

実験1と同様に、時間が経過するにつれて主観的痛みの評価指標の値も増加することがGroup 3でも示されている。一方、実験回数1回目と2回目では、2回目では主観的痛みの評価が、実験開始時よりも時間経過後に有意に小さくなることが示唆された（呈示時間10min後、20min後の共に1回目>2回目）。本実験での2回目の実験参加者は1回目に実験条件Aを経験し、2回目に実験条件Bを経験する。つまり、1回目の実験経験が2回目の主観的痛みの評価に影響を与え、それは呈示刺激が同内容でなくても起こりうることを示唆している。また、1回目よりも2回目の主観的痛みの評価が小さくなったことから、実験経験の影響は主観的痛みの評価に抑制的に機能していた。抑制的に機能したことについて、1つには、同じ刺激（本実験では、歩行による負荷刺激）を繰り返し経験することにより、その刺激に対する生得的な反応の強度が減少するという馴化によるものであった可能性が考えられる。加えて、1回目に自身が行なった反応により2回目の反応が影響を受けたとも考えることができる。しかし、本実験では実験参加者にはVASを示すことを求めており6段階のFRSの場合と異なること、また、試行間間隔が平均15日前後であったことから、前回の反応を記憶していたという可能性は低いのではないかと考えられる。

IV. 総合考察

実験1および実験2の結果から、全群において時間が経過するにつれて主観的痛みの評価指標の値も増加することが示され、また実験回数2回目では1回目よりも主観的痛みの評価が小さくなった。そこで、呈示時間による主観的痛みの評価の推移について、その傾向を検討した（線形：Group 1: $y = 3.73x - 2.60$, $R^2 = 0.99$; Group 2: $y = 5.63x - 3.64$, $R^2 = 0.98$; Group 3: $y = 3.50x - 2.63$, $R^2 = 0.97$ ）。その結果、Group 1（実験回数1回目、実験条件A）とGroup 3（実験回数2回目、実験条件B）の傾きが近く、一方でGroup 2（実験回数1回目、実験条件B）では異なる傾向を示していた（Figure 7）。

実験2の結果から実験経験の影響は主観的痛みの評価に抑制的に機能すると考えられたが、本分析から、その効果が呈示刺激による影響よりも大きい可能性が示唆された。但し、本分析は簡易的な傾向の確認である点、個人データの分析を主眼としたものではない点、また本仮

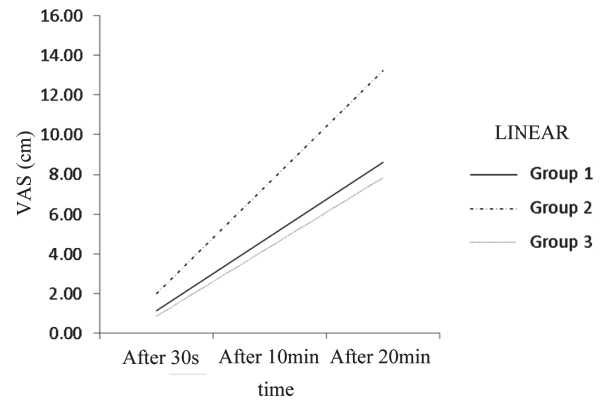


Fig 7: The tendency of VAS for every presentation time in each experimental group (LINEAR)

説に対応した実験計画ではない点などから今後更なる検討を加える必要があるだろう。

以上、2つの実験結果および追加の検討より、本実験環境および条件からは以下の3点が示唆された。1つ目は、実験参加者に与えている負荷が同様であると考えられる場合においても、示される指標が異なるものであれば、その指標の影響を受けて主観的痛みの評価が変化する。2つ目は、実験経験の影響は主観的痛みの評価に抑制的に機能する。3つ目は、(2つ目で示した) 実験経験による影響は呈示刺激による影響よりも大きい可能性がある。

最後に、本実験を通しての今後の他の本研究課題として指標および刺激が挙げられた。本実験では、痛みの一般的な指標であり、個人内での経時的変化の比較においては適するとされるVASおよびFRS⁶⁾を用いて測定を行なったが、本指標に内在する定量的評価としての問題点¹¹⁾については本研究内でも検討する必要があるだろう。それは本研究がターゲットと想定するロコモ予防の場面（Figure 1）は、わずかな「痛み」を感じ始めると想定される時期であり、負荷をかける場合には十分な注意を要すると考えられるためである。そのためには、電気刺激を利用した痛みの定量計測¹²⁾や知覚・痛覚定量分析装置^{13,14)}など、既存の装置を併用して活用することなども考えられる。但し、歩行による負荷での痛みと、接触や電気刺激等を与える場合とは異なる状況であるため、検討を重ねることが必要である。次に、本実験ではウェアラブルデバイスによる計測で状態の安全が十分に確認されていた（極度の負荷が掛かっている状態ではないと推測できる）ことから、感情を引き起こすほどの負荷ではなかったと考えられる。そのため、ロ

コモ予防のための精神的ケアという側面からはある感情を喚起させる状態での検証も必要とされることが考えられ、今後の課題としたい。

謝辞

本研究は、JSAP 科研費 16K12691（研究課題名：ロコモ予防を想定した痛みに対する指標の「見える化」による運動促進システムの開発）の助成を受けたものです。また、2016 年度ゼミ生（相崎真珠、黒田遥菜、舛井里衣ら）と共に実施した内容である。この場をかりて御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 厚生労働省 . 平成 28 年度国民生活基礎調査の概況 . <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/index.html> (2017 年 9 月 22 日閲覧)
- 2) Yoshimura, N., Muraki, S., Oka, H., Mabuchi, A., En-Yo, Y., Yoshida, M., Saika, A., Yoshida, H., Suzuki, T., Yamamoto, S., Ishibashi, H., Kawaguchi, H., Nakamura, K., & Akune, T. (2009). Prevalence of knee osteoarthritis, lumbar spondylosis, and osteoporosis in Japanese men and women: the research on osteoarthritis/ osteoporosis against disability study. *Journal of bone and mineral metabolism*, 27(5), 620-628.
- 3) Nakamura, K. (2008). A "super-aged" society and the "locomotive syndrome". *J Orthop Sci*. 13(1):1-2.
- 4) 中村耕三. (2009). 超高齢社会とロコモティブシンドローム. *日本整形外科学会誌 (J. Jpn. Orthop. Assoc.)* 82: 1-2
- 5) 日本整形外科学会 . ロコモティブシンドローム予防啓発公式サイト「ロコモ チャレンジ!」<https://locomo-joa.jp/> (2017 年 9 月 22 日閲覧)
- 6) 下和弘, 鈴木重行, & 牛田享宏 . (2012). 熱流束, 総熱量測定による痛覚評価の検討. *PAIN RESEARCH*, 27(1), 17-26.
- 7) Roy, M., Piché, M., Chen, J. L., Peretz, I., & Rainville, P. (2009). Cerebral and spinal modulation of pain by emotions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(49), 20900-20905.
- 8) John, O. (著), 伊予雅臣, & 清水栄司 (訳). (2011). 慢性疼痛の治療: 治療者向けガイド: 認知行動療法によるアプローチ. 星和書店.
- 9) Aitken, R. C. (1969). Measurement of feelings using visual analogue scales. *Proceedings of the royal society of medicine*, 62(10), 989.
- 10) Wong, D. L., & Baker, C. M. (1988). Pain in children: comparison of assessment scales. *Pediatr Nurs*, 14(1), 9-17.
- 11) Collins, S. L., Moore, R. A., & McQuay, H. J. (1997). The visual analogue pain intensity scale: what is moderate pain in millimetres?. *Pain*, 72(1), 95-97.
- 12) 嶋津秀昭, 瀬野晋一郎, 加藤幸子, 小林博子, & 秋元恵実. (2005). 電気刺激を利用した痛み定量計測法の開発と実験的痛みによる評価. *生体医工学*, 43(1), 117-123.
- 13) 有田英子, 小川節郎, & 花岡一雄. (2008). 痛みの強さの客観的評価—知覚・痛覚定量分析装置. *Anesthesia*, 21, 49-53.
- 14) 有田英子, 小川節郎, & 花岡一雄. (2009). 痛みの強さの客観的評価. *日本臨床麻酔学会誌*, 29(1), 35-42.