



臀部スキinstロッチにおける定常刺激に対する順応の調査

Investigation of Adaptation to Steady Stimuli in Buttock Skin Stretch

矢内智大¹⁾, 昆陽雅司¹⁾, 堀江新²⁾, 田所諭¹⁾

Tomohiro YANAI, Masashi KONYO, Arata HORIE, and Satoshi TADOKORO

1) 東北大学 情報科学研究科 (〒 980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-01)

2) 東京大学 工学系研究科 (〒 153-8904 東京都目黒区駒場 4-6-1)

概要:

我々はこれまで臀部スキinstロッチと呼ばれる、臀部皮膚の一部をせん断変形させることで臀部に疑似力覚を提示する手法を提案し、さらにそれを車両運転時の加速感として錯覚させる手法について研究してきた。その中で、提示したい加速度と皮膚変形の関係について調査してきた。本研究では、臀部スキinstロッチで定常刺激を提示する際の順応の影響について調査を行った。その結果、一定の変位を提示すると知覚される刺激量が減少することが示唆された。また、変位を少しずつ大きくすることで知覚的に一定の刺激が提示出来る可能性が示唆された。

キーワード: スキinstロッチ, 疑似力覚提示, 臀部刺激, 順応

1. 緒言

我々はこれまで臀部スキinstロッチと呼ばれる、臀部皮膚の一部をせん断変形させることにより臀部へせん断方向の疑似力覚を提示する手法の研究を行ってきた [1]。またこのせん断力を、移動体着座中に臀部に生じるせん断力と解釈させることで、全身に及ぶ加速感や傾斜感等が錯覚されることを報告してきた。

加速感を提示する場合、移動体に加わる並進方向の加速度に応じて臀部皮膚へ提示する皮膚変形量を変化させるが、ある皮膚変位で刺激した際、ユーザがその変位から直感的に移動体の加速度を理解することが望ましい。これまで、体格差などによる臀部皮膚の感度の違いによる個人差の補正を行ってきた [2]。一方で、臀部スキinstロッチに対する順応については未解明である。

本稿では、視覚、触覚、圧覚などの様々な感覚モダリティで観察される順応の影響を調査する。順応とは、ある刺激が一定の強さで続いているにもかかわらず、受容器の感度低下により、その感覚が減弱ないし消失する現象の事である。屋井らは圧点密度測定法によって圧覚においても順応現象がみられることを示した [3]。臀部皮膚へのせん断変形においても同じような傾向があると期待される。

本稿では、臀部スキinstロッチで定常刺激を提示する際に順応現象が見られるかを調査する。さらに、順応の影響を補正して一定の刺激を知覚させるためにはどのような刺激を提示すればよいのかについても検討する。



図 1: The 2-DoF buttock skin stretch device

2. 実験

2.1 装置

筆者らのグループが開発した 2 自由度臀部スキinstロッチ装置の概要を説明する。図 1 にデバイスの外観を示す。前後左右の水平 2 自由度に移動する 2 つの接触子で左右臀部皮膚を変形させることが可能である。デバイスの寸法は横幅 700 mm, 奥行き 270 mm, 高さ 110 mm であり、既存の椅子に置くことで使用が可能である。使用者はデバイスの上に着座し、臀部にせん断変形刺激を受ける。接触子位置は内蔵するエンコーダ付き DC モーターで制御し、各方向移動範囲 40 mm, 最高速度 16 mm/s で移動させることが可能である。接触子の最小移動量は約 0.0008 mm である。

2.2 実験方法

被験者は臀部スキinstロッチ装置に着座し、一定量の臀部刺激提示中にさら刺激を変化させ、その時に知覚される刺激の変化方向を回答させた。一定量の刺激を提示するために、装置の接触子を 2 秒間で 6 mm 右方向へ動かし、その状態を保った。刺激の変化量は 5 条件 (-0.2 mm/s, -0.1

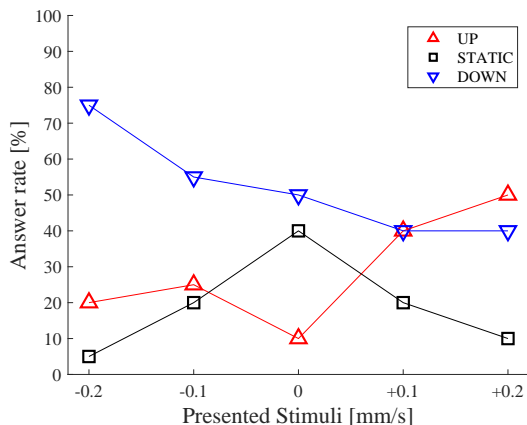


図 2: Answer rate to various test stimuli for 6 seconds

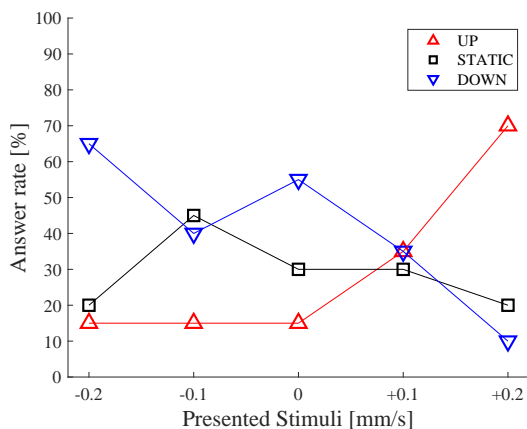


図 3: Answer rate to various test stimuli for 12 seconds

mm/s, 0 mm/s, +0.1 mm/s, +0.2 mm/s) とした。一定量の刺激から変化していく時間（刺激時間）は、2 条件（6 秒, 12 秒）とした。実験条件は筆者が予備実験を行い、順応の影響を調査しやすいと感じる値を選んだ。それぞれの条件での試行回数は 4 回とした。実験全体での試行回数は 40 回（ $4 \times 5 \times 2$ ）とし、試行回数 20 回目の後に 1 分以上の休憩をとった。0 mm/s 条件の時に、モータが動作しないことで静止と判断するのを防ぐために、すべての条件で接触子を常に左右方向に正弦波状に微小振動させた（振幅：0.02 mm, 周波数：5 Hz）。回答はキーボードを用い、知覚された刺激強度の変化を 3 択（Up, Static, Down）で選択させた。被験者には、できるだけ「Static」の回答を控えるように促した。実験中はノイズキャンセリングイヤホンでピンクノイズを流し、環境音の影響を排除した。被験者は健康な 22 歳から 24 歳男性 5 名である。

3. 結果

図 2, 図 3 に、それぞれ刺激時間が 6 秒と 12 秒に対する各条件の回答率を示す。刺激の変化量の大きい -0.2 mm/s および、 $+0.2$ mm/s の条件に対しては、被験者は正しく「Down」あるいは「Up」と回答した割合が大きいことがわ

かる。一方、刺激が変動しない 0 mm/s に対しては、「Down」と回答した割合が最も高く、それぞれ 6 秒のときに 50 %, 12 秒のときに 55 %であった。さらに、刺激の変化量がわずかに増加する $+0.1$ mm/s の条件に関しては、誤って「Static」あるいは「Down」と回答する割合が比較的高くなっている。特に、12 秒の実験では、3 つの回答率が近接する結果となった。

4. 考察

変化しない条件の時に、「Down」と答える割合が最も多かったことから、臀部へ一定のせん断変形量を提示し続けると、順応により知覚される刺激量が低下していくことが確認された。また、変位をわずかに増加させる $+0.1$ mm/s の条件では、強くなっていると正しく判断することができなかったことから、一定刺激条件下では、わずかに刺激を増加させることで、順応による刺激の減少分を補える可能性が示唆された。なお、実験では「Static」の回答をできるだけ避けるように指示したため、「Static」の回答率は実際よりも下がっている可能性がある。

5. 結言

本研究では、臀部スキストレッチで定常刺激を提示する際の順応の影響について調査を行った。実験では、一定量の臀部刺激中からさらに刺激を提示し、知覚された刺激量の変化方向を回答させた。その結果、臀部へ一定のせん断変形量を提示し続けると順応により知覚される刺激量が減少することが示唆された。また、変位を少しずつ増加させることで知覚的に一定の刺激が提示出来る可能性が示唆された。今回は臀部スキストレッチにおける定常刺激に対する順応の影響を調査したので、今後は条件を変えながら被験者数を増やして実験を行い、順応の影響を補正するパラメータを求めていく。

参考文献

- [1] Arata Horie, Hikaru Nagano, Masashi Konyo, Satoshi Tadokoro, "Buttock Skin Stretch: Inducing Shear Force Perception and Acceleration Illusion on Self-motion Perception", in International Conference on Human Haptic Sensing and Touch Enabled Computer Applications, pp135-147, Springer, 2018
- [2] 矢内 智大, 堀江 新, 昆陽 雅司, 田所 諭, "臀部皮膚せん断刺激を用いた前後傾斜感覚の提示", 第 20 回システムインテグレーション部門講演会 (SI2019), 2A2-13, 2019
- [3] 屋井ヒデ子. "圧覚に及ぼす附加圧刺激の効果." 心理学研究 29.5 (1959): 303-312.
- [4] Arata Horie, Akito Nomura, Kenjiro Tadokuma, Masashi Konyo, Hikaru Nagano, Satoshi Tadokoro, "Enhancing Haptic Experience in a Seat with Two-DoF Buttock Skin Stretch", in AsiaHaptics 2018, 2018