

「痛み」の教示・学習ツール

—無痛症患者の発達支援ツールの開発—

Novel education tool of pain for patients with congenital insensitivity to pain

河島 則天 (国立障害者リハビリテーションセンター研究所)

Noritaka KAWASHIMA, National Rehabilitation Center for Persons with Disabilities

Abstract: Congenital insensitivity to pain (CIP), which is an extremely rare sensory neuropathy, is defined as the absence of normal responses to noxious stimuli. We previously demonstrated a deficit of motor capacity in CIP patients which can be at least partly attributed to a lack of sensory inputs mediated by pain-related afferent input. We here developed an education tool for pain sensation and sympathy regarding unpleasant sensation for patients with congenital insensitivity to pain.

Key Words: Pain, haptic tool, education, congenital insensitivity to pain

1. 研究の背景

先天性無痛症 (CIP) は痛覚および温度覚が先天的に脱失あるいは鈍麻するきわめて稀な障害である。痛みや温度は有髄神経線維のうち最も細い Aδ線維、無髄線維の C 線維を介して伝達され、これらの感覚入力侵害刺激に対する防衛的な機能を果たすと同時に、運動感覚を生成するための submodal な役割を担う¹⁾。

筆者は先行研究において、CIP 患者が物体の把持課題を行っている時の把持力 (grip force) を計測することにより同患者の運動調節能の特徴を実験的に検証した²⁾。その結果、物体把持課題中の把持力、物体の動揺量は健常者と比較して著しく大きくなる結果が認められた (Fig 1 参照)。この結果は、CIP 患者では痛みに関するフィードバック情報が得られないことに加え、自らが過剰な力を発していることを認識できていない可能性を示唆している。上記の結果に合致するように、家族、近親者への聴き取り調査では、筆記動作時の筆圧が高いために色鉛筆やクレヨンがすぐに折れてしまう、あるいは蛇口やペットボトル等のキャップを閉める力が強いなど、CIP 患者の多くが日常生活の中で過剰な力を発揮していることを示唆する結果を得ている (未発表資料)。

最近の研究では CIP 患者は侵害刺激に対する応答性そのものは消失、あるいは著しく低下しているものの、他者の痛みに対する共感 (sympathy) については、一定の反応を示すことが報告されている³⁾。痛みの受容や他者との痛みの共感、感情のコントロールや情動の形成に極めて大きな影響を及ぼすものと考えられることから⁴⁾、CIP 患者の発達段階においては、「痛み」に関する理解と教育が極めて重要な位置づけを担うものと考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、CIP 患者に自らが発揮している力の度合いを理解させ、痛みを教示するための支援ツールを開発することを目的とした。具体的には、シリコン製装飾義手内に空気を充填し、義手の手部を把持した際の内圧変化から把持力を計測するセンシング装置を利用して、加えられた力を PC 上に表示したアニメーションキャラクターの表情に変換するシステムを開発した。リアリティのある義手をインターフェイスとして用いることで、実生活での握手などのコミュニケーション場面を再現し、自らが発した力と痛みの対応についての理解を促すことで、他者の痛みについての認識や共感を得る手がかりとなるものと考えた。

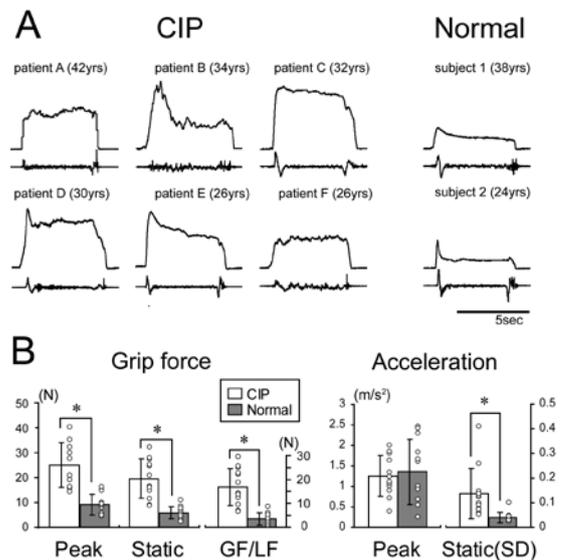


Fig.1 A: The typical waveforms of the grip force and acceleration obtained from CIP patients. B: Comparison of each peak and static grip force, peak and static acceleration between the CIP and Normal groups. * Significant difference of the group average (P<0.05).

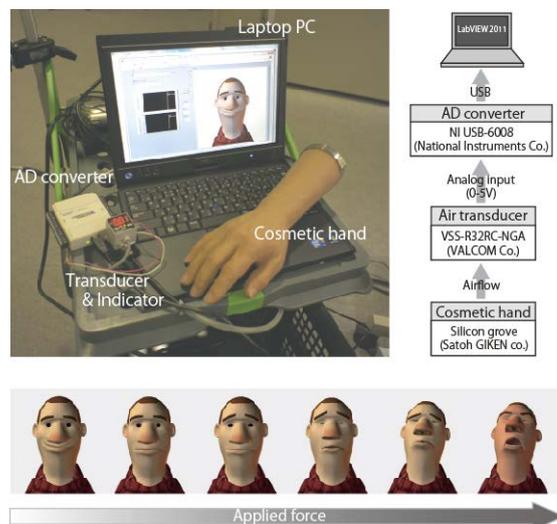


Fig 2: Overview of developed system. The system consists of cosmetic grove, air transducer, A/D converter, and laptop PC. The amount of applied force (airflow) translates to face expression of animation character on the PC display.

3. 開発システムの概要

3-1. ハードウェア部

使用者が発揮した力を計測するインターフェイス部は、既製品の装飾義手（シルグローブ、佐藤技研製）を使用した。同義手はシリコン樹脂製で、数時間にわたり空気を充填した状態で一定の内圧を保つことが可能である。同義手の手首より近位 160mm の箇所を裁断、断面をプラスチック樹脂性プレート（直径 90mm）をはめ込み、ホースバンド（Tridon 製）にて義手外部より固定した。プレート上には逆流弁を配置し、内径 4mm のシリコンチューブにて義手内の空気を圧力変換機（VSS-R23RC-NGA, VALCOM 社製）に伝達させる機構とした。電圧に変換された圧力データは、データ集録デバイス（NI USB-6009, National Instruments 社製）を介して A/D 変換し、プログラミングソフトウェア LabVIEW にリアルタイムでロードされた。

3-2. アプリケーション部

使用者が発揮した力をキャラクターの表情に変換するために、アニメーション作成ソフト（Poser version 8, Curious Labs 製）を用いて 16 枚の異なる表情のコマ画像を作成、入力される電圧値に応じて 16 枚の画像が切り替わるよう、LabVIEW の IMAQ ツール、Vision 開発ツールを用いてプログラムを作成した（Fig 2 参照）。

3-3. 動作手順

シリコン製義手は、完全気密ではないため、使用時に一定水準の空気充填を行う必要がある。空気充填のレベルは圧力変換機の表示器およびアプリケーション上の表示器によりモニタ可能であり、空気を充填した状態をゼロ値となるよう補正するとともに、予め 5 名の健常者を対象とした計測により得た最大把持力の 30% がアニメーション画像の最後の画像（苦悶の表情）に一致するよう、入力ゲインを調整した。

4. 装置の評価

2010 年 6 月に実施された先天性無痛症の親と専門家の連絡会にて、本装置のプロトタイプ版の紹介を行い、その際に寄せられた意見を反映させる形で、本システムの最終設計、製作を行った。今後、2011 年 10 月 1・2 日に開催される無痛症シンポジウム（先天性無痛症の当事者団体「トゥモロウ」主催）にて以下の試用評価を実施する予定である。

4-1. 対象者

上記シンポジウムに参加を予定している CIP 患者およびその家族（15 名参加予定、5 名の未就学児を除く 10 名を対象とする予定）。

4-2. 把持力計測

事前情報は特に与えず、同装置のインターフェイスとして用いている義手に対し、握手動作を行うよう指示し、その際の把持力を計測する。本計測は、以前実施した把持力計測により得られた過剰な力発揮の結果が、握手動作においても同様に認められるかを確認するために実施する。

4-3. 装置の試用評価（患者本人対象）

CIP 患者に対し、手部に加える力を徐々に増加させ、加えた力とアニメーションキャラクターの表情の変化を認識してもらい、前項の計測時に発揮した力と圧痛覚が生じる

閾値との差を認識させるとともに、圧痛覚が生じる力についてのフィードバック教示を試みる。

4-2. アンケート調査（患者家族を対象）

開発したツールの有用性と改善点等の意見を得ることを目的として、以下の項目からなる患者家族を対象としたアンケート調査を実施する。

（質問項目）

- A. 日常生活における力発揮の特徴に関する項目
 - ・力の出しすぎを感じることもあるか？
 - ・具体的にどのような動作時に力を出しすぎるか？
 - ・握手したり、手を繋ぐときに感じる力の度合いは？
- B. 痛みを教示することの意義、重要性に関する項目
 - ・痛みの教育の必要性を感じるか？
 - ・痛みの教育として実施していることはあるか？
- C. 本開発ツールの有用性に関する項目
 - ・装置の外観・印象（キャラクターの表情）について
 - ・痛みの教示ツールとして適切だと思うか？
 - ・痛みの教示ツールとして有効だと思うか？
- D. 本開発ツールの改善点・要望について（自由記述）

5. 総括

CIP 患者の運動調節能に関する研究成果に基づき、過剰な力発揮と痛みの関連性についての理解を促す教示・学習ツールを開発した。CIP 患者のみならず痛覚鈍麻・脱失を呈する疾患・障害、あるいは痛覚の認識に欠陥のあるケースへの適用も視野に入れ、CIP 患者を対象とした試用評価の結果を踏まえ、さらなる改良を重ねる予定である。

謝辞

本研究の推進にあたり、佐藤技研・佐藤洋二氏には義手製作技術の転用をご許可頂き、安久工機・田中隆氏には装置製作にご尽力を頂いた。本研究は厚生労働科学研究・難治性疾患克服研究事業「先天性無痛症の実態把握および治療・ケア指針作成のための研究（主任研究者：芳賀信彦）の一環として実施された。

参考文献

- 1) Basbaum AI, Jessell TM. The perception of pain. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM (eds), Principles of neural science; Chapter 24; 473-491, 4th edition, McGraw-Hill, New York, 2000
- 2) Kawashima N, Abe MO, Nakazawa K Haga N, Iijima M, Shirakawa K, and Iwaya T. Deficit of the grip force control in patients with congenital insensitivity to pain. 38th Annual meeting of Society for Neuroscience (Washington D.C., USA) 2008
- 3) Danziger N, Faillenot I, Peyron R. Can we share a pain we never felt? Neural Correlates of Empathy in Patients with Congenital Insensitivity to Pain. Neuron 61: 203-211, 2009
- 4) Antonio R. Damasio : The feeling of what happens. 「無意識の脳自己意識の脳 身体と情動と感情の神秘」講談社, 2003年