

エンドフィール提示装置による関節終末抵抗の再現性

河村 廣幸¹⁾，田坂 梓紋²⁾，池田 篤俊³⁾，原田 孝³⁾，福田 寛二⁴⁾

1) 森ノ宮医療大学保健医療学部理学療法学科 2) 近畿大学総合理工学研究科M1

3) 近畿大学工学部機械工学科 4) 近畿大学医学部リハビリテーション医学

キーワード: エンドフィール・可動域制限・教育

はじめに

エンドフィールはCyriaxがTextbook of orthopaedic medicineにて説明して以降、理学療法士・作業療法士にとって、関節可動域制限の原因を判断する上で重要な情報となった¹⁾。しかしながらその教育・学習は臨床での実際の患者からしか行えず、練習しようにもその機会は限られている。しかも、エンドフィールの判定は検者により様々で、必ずしも統一した判断となっていない。

そこで我々は機械バネに加わる押し込み量や加速度に対し、サーボモータにより機械的に種々の反力特性を持たせ、自由にエンドフィールを再現するエンドフィール提示装置を開発した^{2) 3)}。今回は、装置の再現性の検証を行い、その有効性について考察する。

方法

対象は、療法士31名（理学療法士29名 作業療法士2名、男性19名 女性12名）。平均年齢 28.1 ± 6.3 歳（22～40歳）、平均経験年数 6.3 ± 6.5 年（1～26年）である。

エンドフィール提示装置は、疑似肢としてベースフレームに継手軸を配したアームにバネとストッパを取り付け、押し込み量・加速度をエンコーダーにて取得した。エンドフィールの提示はエンコーダーからの情報を制御用マイコンで処理し、サーボモータの力により機械バネの反力を増幅・減衰することにより、生体で起こりえる複雑なエンドフィールを

再現した（図1, 2, 3）。

エンドフィールの提示は、「骨性」「軟部組織性」「結合組織性」とした（図4）。それぞれの反力は、あらかじめ取得していた10年以上の経験を有する理学療法士がイメージした反力図に沿う形で再現した³⁾。

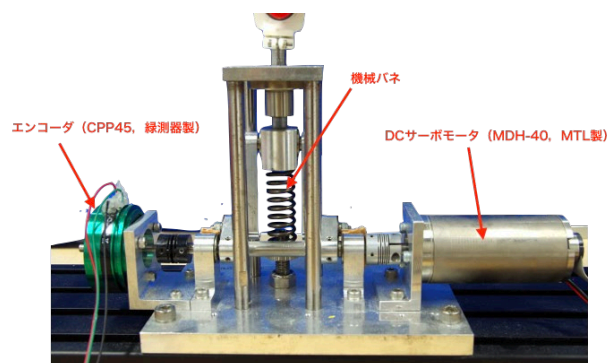


図2. エンドフィール提示部

エンコーダーで読み取った角度変化から、機械バネの抵抗にサーボモーターで力を加え目的とする力学特性を提示する

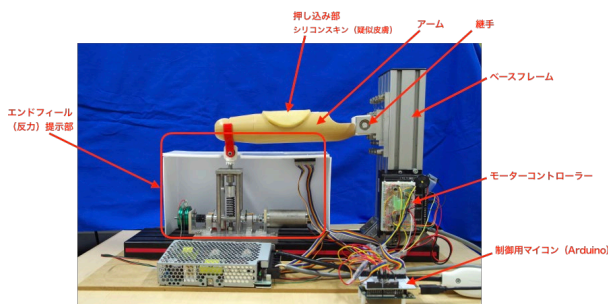


図1. エンドフィール提示装置

押し込み部に加わった力に対し、エンドフィール提示部からの反力でエンドフィールを再現する

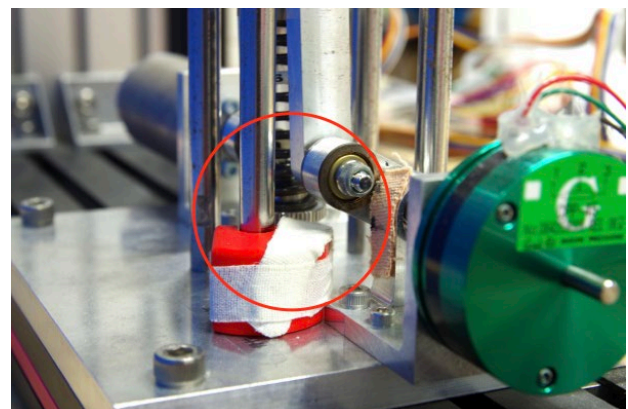


図3. 骨性エンドフィール提示部

○内のアームがストッパに接触する事により、骨のぶつかりを再現する

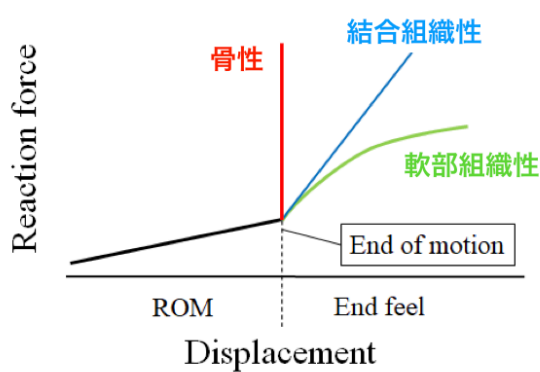


図4. エンドフィール再現特性

各被験者には、それぞれの特性を4回ずつ体験してもらい(図5)、可動域制限の特性を「一致している」「ほぼ一致している」「不十分」「全く再現していない」「わからない」で判定してもらった。また、装置が学習用として十分な特性を持っているのか「使える」「学生用なら使える」「不十分」「全く使えない」「わからない」にわけ判定してもらった。

各療法士には、あらかじめ口頭により十分な説明を行い、了解を得て実験を行った。

(森ノ宮医療大学倫理委員会承認番号 2018-105)

結果

装置が、人体の可動域制限と「ほぼ一致している」と感じているものは48.4%、「不十分」は35.5%、「わからない」は16.1%で、「一致している」「全く再現していない」という者はいなかった。また、印象としてサーボモーターによる微細な振動が生体と一致しない違和感を感じていた。

装置が学習用に「使える」と考える者は33.3%、「学生用に限定」する者は33.3%、「不十分」16.6%、「わからない」16.8%、「不可」とする者はいなかった。

考察

今回我々の開発したエンドフィール提示装置は、人体の可動域制限を完全に一致していると感じた者はいなかったものの、類似していると感じている者はほぼ半数であった。実験全体を通して感じたことは、エンドフィールに対する概念も、感じ方も個人により驚くほどの多様性を示した。そのことから、今回の結果はかなり満足できるものと考えられる。逆に言えば、一人の被験者が完全に生体と一致すると感じるエンドフィールは、他者にとっても同じものと言えないことを示している。

また教育・学習用として使用した場合、学生レベルまでを含めると約67%のものが役立つと判断している。これはこれから臨床に出る前のトレーニング装置としての有効性を示唆するものであった。

これらのことから、その反力を各療法士がイメージ化したものは、多くの場合手で感じる力学特性と概ね一致していたと考えられる。そのためエンドフィール提示装置にてイメー

ジされた反力図に沿った力学特性を再現性することにより、人体で生じる終末抵抗に類似するエンドフィールを提示できたと考えている。

さらに臨床教育としてだけでなく、施設内でのエンドフィール評価の統一が可能となるため、可動域制限の原因究明や予後予測の確実性を向上させる評価基準としての役割も果たせることが可能となる。

最後に今回の研究わかったことの1つに、エンドフィールの捉え方は療法士により意外に大きな差異があり、可動域終末にたどり着く前の感覚にまで遡って判断するものも多く、今後の提示装置の改良点として考慮したい。

謝辞

本研究にあたり、協力して頂いた、さくら会病院・帝塚山リハビリテーション病院・緑風会病院の療法士の皆さまに深謝いたします。

文献

- 1) J. Cyriax: Textbook of orthopaedic medicine. Diagnosis of Soft Tissue Lesions edition 8, Vol. 1, 1982.
- 2) 池田 篤俊, 他: 理学療法士のトレーニングのためのハプティックAR技術を用いたエンドフィール提示装置, ROBOMECH 2016 講演論文集, 2A2-03a7, 2016
- 3) 田坂 梓紋, 他: エンドフィール提示における理学療法士の反力知覚特性. ROBOMECH2018 講演論文集, 2A1-E02, 2018