

卓上型上肢リハビリ訓練評価装置

準3次元非能動型自力運動装置 (SEMUL 2)

Simple Exercise Machine for Upper Limbs 2



基板の角度を変更可能

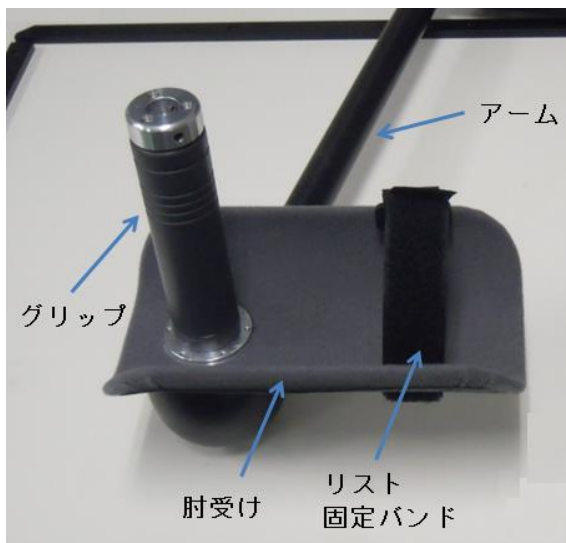
肩・肘の機能改善を目的とした準3次元非能動型自力運動リハビリ訓練装置

- ・ バーチャルリアリティ技術を用いており、楽しみながら効果的な訓練が可能
- ・ 訓練者の回復度に合わせて設定された抵抗力で一人でも安全に訓練が可能
- ・ 機能性 (ER) 流体ブレーキを用いており、優れた力覚と高い安全性が実現
- ・ 訓練データが記録され、定量的に評価・表示され、次回訓練へ活用が可能

株式会社ERテック／今在家精工株式会社

暫定資料
July. 2014

操作板部



操作ボックス



両手型グリップ

■ 装置の主な特徴

- 医師・療法士の設定した訓練条件で、一人でも安全に訓練を行うことができます。上肢機能回復に必要な基礎訓練がメニューに盛り込まれております。
- 訓練者はグリップを掴み、準3次元画像の指示に従い、上肢を動かします。画像と力覚が実時間で連動しており、ゲーム感覚で、長時間でも楽しみながら効率よい訓練ができます。
- コンパクトな卓上型で、基板角度を変えることで上肢を準3次元に動かす訓練ができます。
- 現実に近い仮想の力覚を、暴走の危険性のあるモータを使用せず、機能性（ER）流体ブレーキのみで表現しており、楽しく安全の高いリハビリ訓練ができます。
- 両手型のグリップを使用し、患側の手を健側の手でアシストすることにより、モータを使用なくても受動的な訓練が出来ます。
- グリップの位置、速度、力などのデータをリアルタイム(30ms 毎)に計測し、自動保存します。計測データより、訓練結果を定量的に評価・解析し表示することができます。

リハビリ仮説

下記のようなリハビリ仮説に基づき、訓練メニューを開発しました。

- 医師、療法士の指導に基づき、訓練メニューに沿って上肢を繰り返し正しく動かすことで、上肢運動機能（可動領域拡大、巧緻性改善、筋力向上など）は徐々に改善・向上する。
- 上肢を自分の意思で動かす訓練を繰り返す内に、少しずつ脳内に損傷部を代償する新たな神経回路が形成される。
- 運動機能は、前回は少し超える訓練を盛り込むことで徐々に向上する。

（ゲーム感覚で楽しみながら飽きずに持続できるリハビリ訓練の提案）

訓練ソフトメニュー画面と訓練結果表示

- ・メニュー画面は、医師・療法士用と患者用に分かれています。
- ・医師・療法士用メニューは、患者名の登録や患者のレベルに合わせ、患者毎、訓練ソフト毎に訓練条件を簡単に設定・変更できます。
- ・患者用メニューは、患者が画像を見ながら健側の手でXキーを操作するだけで、訓練ソフトの選択や訓練の開始・終了を行うことができます。
- ・医師・療法士は、患者の訓練結果を訓練毎あるいは後日まとめて見るすることができます。訓練結果の経緯もデータとして見るすることができます。
- ・患者も、訓練結果を訓練終了毎に、あるいは過去の結果と比較して、見るすることができます。
- ・上肢機能の総合的な評価をレーダーチャートとして見ることもできます（現在ソフト構築中）

<医師・療法士用メニュー>



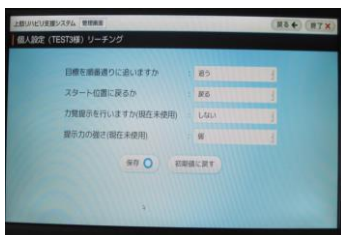
1) 個人設定／システム設定 の選択



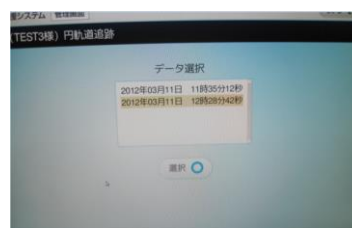
2) 患者名の登録あるいは選択



3) 患者毎の訓練メニューの選定



4) 患者および訓練毎の条件の設定選択



5) 患者の訓練毎の結果表示の選択



6) 医師・療法士用の解析結果の表示

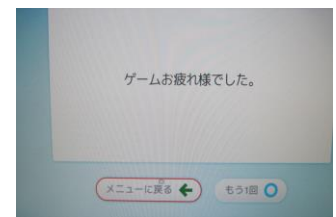
<患者訓練メニュー>



1) 訓練メニューの選択



2) 訓練画面（例：軌道おっかけ）



3) 終了時の次の訓練の選択



4) 訓練終了後の訓練結果の表示



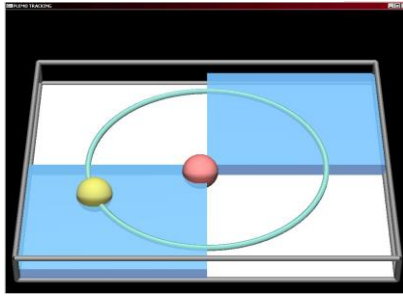
5) 訓練結果の点数・グラフ表示



6) 訓練結果の総合評価表示

訓練メニューの例

<基本訓練メニュー>



軌道なぞり/おっかけ

なぞりは、円、四角、直線などの軌道に沿い手許球を動かす。追っかけは、軌道に沿い動く目標球を追って手許球を動かす。手許球が目標球に重なると手許球と軌道の色が変わる。軌道の大きさ、抵抗力、目標球の速度や方向などは医師・療法士の設定で変更できる。



リーチング

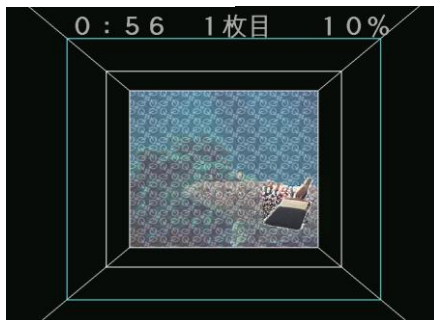
分散する番号付きの目標球まで手許球を番号順に遠く（より大きい番号）の目標球まで辿り着かせる。目標球まで手許球を届かせると、手許球を一度、原点まで戻す。手許球を動かす際の抵抗力は医師・療法士の設定で変更できる。



サンディング

従来のサンディング訓練を基にした訓練である。茶色の箱を縦の赤い線に沿い手許球で押し上げる。箱が赤い線まで持ち上がると、再び箱は初期の位置に戻る。また手許球で押し上げる。押し上げる際の抵抗力は医師・療法士の設定で変更できる。

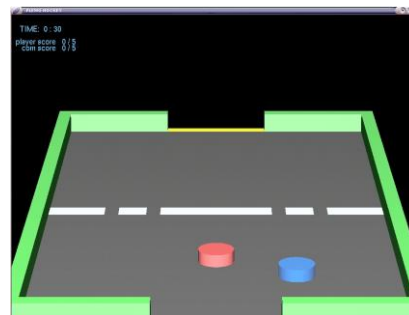
<ゲーム>



壁面めぐり

薄いマスクで覆われた画面を刷毛で拭いて行くと隠れていた絵や写真が現れる。所定率の画面が拭われれば、マスクに隠れた新しい画面が現れる。画面の大きさ、拭い率、抵抗力などは、医師・療法士の設定で変更できる。

魚取りゲームは、画面上に表示される目標の魚を白いラッコ（手許球）を動かして取りに行く。ラッコが魚に重なると得点になる。現れる魚の種類や泳ぐ速さは、医師・療法士の設定で変更できる。上手く取れた魚と逃がした魚が点数として表示される。



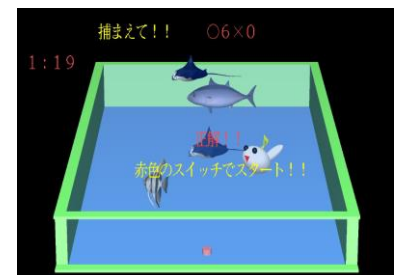
ホッケーゲーム

赤玉（目標球）を青玉（手許球）で叩くと、その速さや角度に応じて赤玉が動く。赤玉がゴールに入らなければ、壁に当たり戻ってくるので、それを再び青玉で叩きゴールに入れる。ゴールの幅は、医師・療法士の設定で変更できる。



もぐら叩きゲーム

現れるモグラを槌（手許球）で叩く。上手く叩くと得点になるが叩かれなければ、モグラの点数となる。槌は叩き終える毎に原点に戻さなければ得点にならない。



魚取りゲーム

基本訓練やゲームには場に合った、効果音やBGM、テロップが入る。

■装置仕様

① システム構成

本体装置（アーム機構、角度可変基板、ER流体ブレーキ）、画像モニタ、アーム制御マイコン、ブレーキ制御ボックス、リモート操作ボタン

② 動作仕様

水平：2自由度、垂直：2自由度、手先グリップ：自由回転

③ 寸法

本体装置：W600×D700×H45(手前)～188(奥) mm

ディスプレイ：15インチ（アーム上部に設置）

④ 動作範囲

最大でW500×D400 mm

⑤ 手先部最大抵抗力

水平面内：約10N、垂直方向：約10N

⑥ 基板角度 7度～60度

基板角度の変更は手動

⑦ 重量

装置本体：約25kg ノートパソコン部：約3kg

⑧ 安全対策

- ・ER流体ブレーキ作動用の高圧電源は安全箱に内蔵され、電流が制限
- ・アームの手先部の重量は、カウンターバランスにより低減
- ・アームの可動範囲は、基板に取り付けたストッパーで機械的に制限

⑨ 訓練ソフト

- ・基礎訓練：軌道なぞり・追っかけ、リーチング、サンディング
- ・ゲーム：壁画めぐり、ホッケー、もぐら叩き、魚取り、など

⑩ データ計測

- ・手先部の位置・角度を実時間（30m秒毎）で計測し、データとして保存
- ・グリップ部の角度センサーにより、手首角度変化を計測

⑪ 評価と表示

基礎訓練：運動の軌跡をモニタ表示、指定軌道からの偏差、移動距離、手首角度変化などを解析してグラフ表示、ゲーム：得点表示

本装置は、NEDO プロジェクト「身体リハビリ支援システム開発」における「上肢動作訓練支援システム開発」（2000～2004年）で、旭化成エンジニアリング（株）、旭化成（株）、大阪大学、兵庫医科大学・リハビリ医学教室が共同で開発した3次元上肢リハビリ訓練装置（EMUL：モータとER流体クラッチを使用）の技術を基にしております。旭化成グループが本システムの事業化を断念したため、（株）ERテックが旭化成グループおよび大阪大学との正式な手続きに基づき開発を引き継ぎ、実用化を進めておりました。

SEMULは、ER流体ブレーキのみを使用したもので、一人でも安全に訓練できることを目指し開発された非能動自力運動型の訓練装置で、兵庫医科大学・文部科学省科研費、中小企業ものづくり試作支援制度、おおさか地域創造ファンド、の助成を得て（株）ERテックと今在家精工（株）が中心となり開発されたものです。卓上型SEMUL2は、更に、ものづくり中小企業・小規模事業者試作開発等助成制度の助成を受けて改良されたものです。