



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 102015005903-5 A2

(22) Data do Depósito: 17/03/2015

(43) Data da Publicação: 20/09/2016



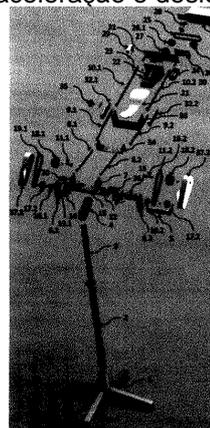
(54) **Título:** EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO

(51) **Int. Cl.:** A61H 1/00

(73) **Titular(es):** UNIVERDIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

(72) **Inventor(es):** ALINE MARIAN CALLEGARO, CARLA SCHWENGBER TEN CATEN, CARLOS FERNANDO JUNG

(57) **Resumo:** EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO O presente relatório de invenção descreve um equipamento para a reabilitação fisioterapêutica do cotovelo e antebraço. O equipamento é constituído por dois módulos: (i) o módulo de Movimentação Passiva Contínua (MPC) e o módulo de vibração muscular localizada, ambos compostos por partes mecânicas e eletrônicas. O módulo de MPC possui dois eixos de movimentos: o (i.i) eixo responsável pelos movimentos passivos de flexão e extensão do cotovelo que vai de 0° a 160° , e o (i.ii) eixo responsável pelos movimentos passivos de pronação e supinação do antebraço que vai de -90° a $+90^{\circ}$, ambos têm como parâmetros de controle: a velocidade, a Amplitude de Movimento (ADM) e o tempo. Esses dois eixos podem movimentar o cotovelo e o antebraço de forma independente e sincronizada. O (ii) módulo de vibração muscular localizada produz a vibração mecânica para ser aplicada no músculo bíceps braquial em frequências que vão de 60 a 120 Hz. Os parâmetros aceleração e deslocamen(...)



EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO

Campo da Invenção

[001] O presente relatório descreve um equipamento para a reabilitação fisioterapêutica do cotovelo e antebraço. O equipamento é constituído por dois módulos: (i) o módulo de Movimentação Passiva Contínua (MPC) e o módulo de vibração muscular localizada, ambos compostos por partes mecânicas e eletrônicas. Esses dois eixos podem movimentar o cotovelo e o antebraço de forma independente e sincronizada.

[002] A principal aplicação da tecnologia é na reabilitação do cotovelo e antebraço. Seu princípio de operação sincronizado ou independente da movimentação passiva contínua das articulações do cotovelo e antebraço e a vibração muscular localizada do músculo bíceps braquial permitem sua utilização no pós-operatório imediato, pós-trauma e lesões musculares dos membros superiores. Pode ser utilizada em clínicas/consultórios, hospitais e domicílios para acelerar e qualificar o processo de reabilitação pós-lesão ou pós-cirúrgica de pacientes. Esta tecnologia possui potencialidade de aplicação industrial em organizações que desenvolvem equipamentos médico hospitalares e para a reabilitação fisioterapêutica, áreas de ortopedia e traumatologia, bem como de neurologia.

Estado da Arte

[003] Existem pesquisas explorando a utilização da Movimentação Passiva Contínua (MPC) na reabilitação do cotovelo em diferentes patologias: contratura do cotovelo, rigidez articular, ossificação periarticular, fratura distal do úmero, traumas, lesões ligamentares. E, mesmo que resultados significativos já tenham sido identificados em alguns estudos, utilizando a MPC; são necessárias mais pesquisas com elevado nível de evidência para a determinação de parâmetros, como modo de utilização, tempo de aplicação e número de aplicações/atendimentos em lesões ortopédicas, traumatológicas e neurológicas. Os artigos demonstram grandes variações em alguns desses parâmetros, ou até mesmo, não os abordam (CALLEGARO et al., 2010).

[004] A vibração muscular repetitiva localizada é um estímulo detectado tanto por proprioceptores quanto por receptores cutâneos. Eles podem melhorar a propriocepção e equilíbrio em pacientes após cirurgia de ligamento cruzado anterior do

joelho (BRUNETTI et al., 2006) e já foram utilizados em estudo para o tratamento de neuropatia do músculo tibial anterior (CAMEROTA et al., 2013). Treinos com altas frequência (em torno de 100 Hz) e baixa amplitude de vibração aplicada direto na unidade músculo-tendínea gera modulação intracortical, inibindo vias corticoespinhais e facilitando inputs para o córtex motor primário. Se a vibração for aplicada durante contração voluntária pode induzir mudanças prolongadas no estado excitatório/inibitório do córtex motor primário (MARCONI et al., 2008).

[005] O presente equipamento proposto realiza os movimentos passivos contínuos programados de flexão e extensão do cotovelo e de pronação e supinação do antebraço, bem como a vibração muscular localizada do músculo bíceps braquial. Os demais produtos existentes no mercado, conforme estudos prévios, são destinados à Movimentação Passiva Contínua (MPC) das articulações do cotovelo e antebraço. Apresentam outras funções, mas nenhum deles permite a vibração muscular localizada.

[006] Na literatura foram encontrados os seguintes estudos sobre o desenvolvimento de equipamentos de MPC para o cotovelo e antebraço:

[007] a) Johnson (2001) desenvolveu um dispositivo com cinco graus de liberdade de movimentos acionados eletricamente e, com três graus de liberdade de movimentos (ombro, cotovelo e antebraço) para a utilização por pessoas com deficiência, fraqueza muscular ou lesão. O sistema foi projetado para operar em três modos de comando: (i) movimentos controlados para pessoas com incapacidade grave, (ii) MPC para o tratamento das articulações após a lesão, (iii) exercícios de fortalecimento para idosos ou recuperação de lesão/cirurgia, sendo que este último modo não foi totalmente implementado na fase de protótipo. A trajetória das articulações é programada e pode ser repetida para um determinado número de ciclos em uma velocidade escolhida.

[008] b) Mazzer (2001) publicou os resultados do desenvolvimento de um aparelho de Movimentação Passiva Contínua para o cotovelo, realizado na Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, com tecnologia nacional. O protótipo foi construído com base: num (i) sistema de base de apoio, cadeira giratória e coluna regulável; e num (ii) sistema de movimentação independente e combinado, que consta de motores, fuso, apoio de braço e de antebraço, bem como sistemas de polias; e num (iii) mecanismo de acionamento e controle, que consta de um comando de liga/desliga, controle de velocidades e de movimento. O aparelho foi projetado para ser empregado na reabilitação do cotovelo e antebraço, executando movimentos de flexão/extensão e

de pronação/supinação do antebraço de forma isolada ou combinada. Este dispositivo não possibilita a programação de sequências de movimentos.

[009] c) Mândru et al. (2005) projetaram um equipamento para mobilização passiva e ativa do membro superior, destinado à reabilitação das articulações do ombro, cotovelo e punho. Para a realização do movimento passivo foi adicionado um braço robótico que é programado para se mover ao longo de uma trajetória elíptica, que pode ser modificada em forma, dimensões, posição da trajetória no espaço, velocidade e direção do movimento. Este equipamento permite uma extensa gama de movimentos que podem ser selecionados e controlados. Estes autores afirmam que o princípio mais importante do dispositivo é a simplicidade construtiva.

[010] d) Mavroidis et al. (2005) construíram e otimizaram um dispositivo portátil para a reabilitação do cotovelo, que é utilizável ao longo de todo o processo de reabilitação do paciente com traumatismo grave do cotovelo. O dispositivo possui três configurações: (i) passiva, (ii) ativa, e (iii) órtese. O dispositivo é composto por um motor de corrente contínua, caixa de velocidades, codificador, embreagem e freio. No modo passivo, o dispositivo move o antebraço em relação ao cotovelo, a fim de recuperar a Amplitude de Movimento (ADM). Atua como um equipamento "inteligente" para MPC, devido a existência de um sensor que permite um constante *feedback*, durante cada ciclo da ADM. O torque e a velocidade do movimento passivo são controlados pela corrente e tensão, respectivamente, esta controlada pelo motor. No modo ativo, uma resistência variável é aplicada utilizando o freio. Ambos os modos são controlados, monitorados e armazenados pelo programa de computador – LabVIEW), com um protocolo específico definido por um fisioterapeuta, médico ou treinador físico.

[011] e) Akshay et al. (2007) desenvolveram um equipamento de MPC para as articulações do punho e cotovelo num único mecanismo compacto, modular, portátil com programação flexível, que possui vários parâmetros de operação. O dispositivo é totalmente modular para a realização dos movimentos de pronação/supinação, o usuário pode substituir o sistema, destinado aos movimentos do punho, do eixo do motor pelo sistema de pronação/supinação. Logo, se o usuário quer fazer a flexão/extensão do cotovelo é necessário conectar o sistema que possibilita a realização destes movimentos. O torque de saída do dispositivo deve ser capaz de mover o membro do paciente contra a gravidade. Todo o programa é orientado por menus de forma que o terapeuta pode acessar os parâmetros sequenciais, para

programar o sistema, e o microcontrolador, que calcula a rotação do motor de passo com base nos valores de entrada dos diferentes parâmetros informados.

[012] f) Callegaro (2010) propôs um novo controle a um equipamento existente de MPC para cotovelo e antebraço. Foi desenvolvido um protótipo computadorizado em que os movimentos são controlados por princípios de Comando Numérico Computadorizado (CNC). O sistema possibilita a programação de sequências de movimentos passivos contínuos de flexão/extensão do cotovelo e pronação/supinação do antebraço com ADM, velocidade e tempo determinados pelo terapeuta. As sequências podem ser programadas com velocidade e ADM variáveis, conforme objetivos do tratamento e características individuais de cada indivíduo. Além disso, é possível avaliar a ADM destas articulações através de um *software* de controle existente neste equipamento.

[013] Todas essas publicações, acima citadas, diferem do equipamento atual, porque não possibilitam a vibração muscular localizada.

[014] No estado da técnica foram encontrados os documentos abaixo apresentados:

[015] a) as patentes US4089330, publicada em 16.05.1978; CA1305380, publicada em 21.07.1992; US4538595, publicada em 03.09.1985; WO1993002621, publicada em 18.02.1993; US005252102A, publicada em 12.10.1993; US005395303A, publicada em 07.03.1995; WO/2002/096274, publicada em 05.12.2002; US20020082530A1, publicada em 26.06.2002; US20040087880A1, publicada em 06.05.2004; US7108664B2, publicada em 19.09.2006; US20040127821, publicada em 30.07.2004; US007090650, publicada em 15.08.2006; e WO2008066310A1, publicada em 05.06.2008 descrevem equipamentos que possuem a função de MPC para o cotovelo. Porém não possibilitam a MPC do antebraço e nem possuem a função de vibração muscular localizada, proposta pelo presente equipamento;

[016] b) patentes que possibilitam, dentre outras funções, a MPC do antebraço, mas não possibilitam a MPC do cotovelo: CA2216863C, publicada em 26.09.1998; US5951499A, publicada em 14.09.1999; US006149612A, publicada em 21.11.2000; US006676612, publicada em 13.01.2004;

[017] c) três depósitos de patentes que possibilitam a MPC do cotovelo e antebraço: US4487199, publicada em 11.12.1984; US7101347B2, publicada em 05.09.2006; WO2001068028, publicada em 20.09.2001. Porém não possibilitam a vibração muscular localizada.

Breve Descrição da Invenção

[018] O equipamento desenvolvido consiste em duas partes modulares, acopladas a uma base portátil. Uma das partes é responsável pela reabilitação dos movimentos passivos de flexão e extensão do cotovelo e de pronação e supinação do antebraço, a outra parte é responsável pela vibração muscular localizada do músculo bíceps braquial. Esta segunda parte é o principal diferencial da tecnologia em relação aos equipamentos existentes.

[019] Esse equipamento possibilita a Movimentação Passiva Contínua (MPC) associada à vibração muscular localizada, podendo ser utilizado na reabilitação de pacientes que não podem realizar os movimentos de flexão e extensão do cotovelo e de pronação e supinação do antebraço ativamente.

[020] Cabe ressaltar que a vibração mecânica é um importante estímulo ao sistema neuromuscular e pode ser utilizada como um método auxiliar na reabilitação fisioterapêutica, como vibração muscular repetitiva localizada.

Descrição das Figuras

[021] Figura 1: vista explodida do protótipo funcional do sistema de Movimentação Passiva Contínua para o cotovelo e antebraço, composta por:

- (1) base larga e estável;
- (2) e (3) canos de alumínio com ajustes de verticais;
- (4) elemento que faz a ponte entre a base e o apoio do braço, o qual está fixado ao cano (5);
- (6.1) e (6.2) elementos responsáveis por prender toda a estrutura ao cano que, por sua vez, estão presos à chapa (7);
- (8.1) e (8.2), (9.1) e (9.2), (10.1) e (10.2) chapas para o prolongamento até a mão do indivíduo;
- (11.1) e (11.2) parafusos entre as duplas de chapas (8.1)/ (8.2) e (9.1)/ (9.2);
- (12) polia;
- (13) motor;
- (14) polia;
- (15) eixo;
- (16.1) e (16.2) mancais;
- (17.1) e (17.2) polias pequenas;
- (18.1) e (18.2) polias maiores;
- (19.1) e (19.2) correias;
- (20) potenciômetro;
- (21) órtese;
- (22) elemento no qual está acoplada a órtese;
- (23) eixo;
- (24) motor;
- (25) correia;
- (26.1) e (26.2) polias;
- (27) mancal;
- (28) potenciômetro;

- (29) braço;
- (30) e (31) chapa;
- (32.1) e (32.2) tubos de seção regular;
- (33) e (34) chapas;
- (35) manípulo;
- (36) braço;
- (37.1) e (37.2) capas de proteção laterais
- (38) capa de proteção.

[022] Figura 2: vista explodida do protótipo funcional do sistema de vibração muscular localizada para o bíceps braquial, composta por:

- (39) motor brushless
- (40) massa desbalanceada
- (41) capa de proteção
- (42) a chapa de suporte ao motor
- (43) massa desbalanceada
- (44) acoplamento de plástico

[023] Figura 3: protótipo funcional do equipamento de Movimentação Passiva Contínua e vibração muscular localizada para o cotovelo e antebraço.

Descrição Detalhada da Invenção

[024] O presente equipamento é composto pelos sistemas de Movimentação Passiva Contínua (MPC) e vibração muscular localizada (Figura 3).

[025] O módulo de MPC é composto por três sistemas: (1) interface com o usuário; (2) sistema microcontrolado por arduino; e (3) sistema de MPC.

[026] (1) A interface com o usuário é composta por uma caixa com um visor Liquid-Crystal-Display (LCD) e botões para que o usuário possa escolher e informar dados pertinentes à programação da sequência de movimento(s) desejada, seguindo as seguintes etapas:

[027] (i) escolher se vai utilizar um pré-programa salvo no cartão de memória fornecido com o equipamento ou criar um novo programa;

[028] (ii) optar pela ativação:

[029] a) dos motores de movimentos: escolher o acionamento do motor responsável pela flexão e extensão do cotovelo (F/E) e/ou pronação e supinação do antebraço (P/S). Para cada um dos motores selecionados, o usuário deverá fornecer os dados de Amplitude de Movimento (ADM) e tempo.

[030] a.1) ADM – inserir os valores iniciais e finais da amplitude de movimento desejada para os movimentos de flexão e extensão do cotovelo (0° a 160°) e/ou pronação e supinação do antebraço (-90° a 90°);

[031] a.2) Tempo – inserir o tempo destinado à execução dos ciclos de movimentos da(s) amplitude(s) fornecida(s) acima (até 60 min);

[032] Para cada um dos motores, podem ser programadas sequências de movimentos, com amplitudes diferentes para cada fração de tempo programado.

[033] Toda vez que um novo programa é executado, um novo arquivo é salvo, mantendo o(s) previamente existente(s). Isso fornecerá um histórico das sequências de movimentos executados por cada paciente, servindo como evolução do tratamento, *feedback* ao próprio paciente, ou ainda como dados para estudos.

[034] (2) O sistema micro controlado é o responsável por registrar os dados que o usuário irá inserir e acionar os motores na velocidade angular pré-determinada. O mesmo sistema também fará o controle da amplitude de movimento e do tempo de realização dos movimentos e/ou sequência de movimentos programados. Foi utilizada uma placa Arduino Nano 3.0.

[035] (3) Conforme apresentado na Figura 1, o sistema de MPC é suportado pela base 1, larga e estável, seguida de dois canos de alumínio 2 e 3 com ajustes verticais. O elemento 4 faz a ponte entre a base e o apoio do braço, o qual está fixado ao cano 5, permitindo ajustes na inclinação do sistema, viabilizando o posicionamento confortável em relação à angulação do ombro. Os responsáveis por prender toda a estrutura ao cano são os elementos 6.1 e 6.2, que, por sua vez, estão presos à chapa 7, a qual suporta o braço do indivíduo.

[036] O prolongamento até a mão do indivíduo se dá através das chapas 8.1 e 8.2, seguido pelas duplas 9.1/9.2 e 10.1/10.2. Entre a primeira e a segunda dupla de chapas, existe um eixo formado pelos parafusos 11.1 e 11.2. Este eixo permite os movimentos de flexão e extensão do cotovelo de 0° a 160°. O posicionamento do eixo anatômico do cotovelo deve estar alinhado ao eixo do equipamento. Para executar o movimento de flexão e extensão do braço, a polia 12, protegida pelo braço 36, e conectada ao motor 13, transmite um torque para a polia 14. Esta última polia movimenta o eixo 15, que está preso pelos mancais 16.1 e 16.2 e em cujas extremidades estão locadas as polias pequenas 17.1 e 17.2. Estas, então, transmitem o movimento para as polias maiores 18.1 e 18.2, através das correias 19.1 e 19.2. Para garantir a segurança do indivíduo, existem duas capas de proteção laterais 37.1 e 37.2. Por último, estas polias maiores transferem o torque necessário ao suporte do antebraço para executar os movimentos de flexão e extensão do cotovelo de 0° a 160°. A leitura da rotação é feita pelo potenciômetro 20.

[037] A mão do indivíduo deve ser posicionada na órtese 21 que está acoplada ao elemento 22, o qual é capaz de girar em torno do eixo 23, por meio do acionamento do motor 24 e da transmissão da correia 25 entre as polias 26.1 e 26.2. Esta movimentação permite os movimentos passivos de pronação (de 0° a -90) e supinação do antebraço (de 0° a +90) e é suportada pelo mancal 27, controlada pelo potenciômetro 28 e protegida pela capa de proteção 38. O potenciômetro é fixado ao braço 29 e o motor à chapa 30. Todo o sistema de pronação e supinação está estruturado em torno da chapa 31.

[038] O prolongamento do braço possui ajuste de comprimento devido aos tubos de seção retangular 32.1 e 32.2, os quais estão unidos pelas chapas 33 e 34. O ajuste do comprimento do suporte do antebraço é fixado pelo manípulo 35. Os ajustes verticais, horizontais e angulares, possibilitam a utilização deste equipamento em braços de pelo menos 180 mm de comprimento e antebraços de no mínimo 210 mm e, no máximo, 380 mm.

[039] De forma harmônica, precisa e sem ruídos, as velocidades angulares estão ajustadas em torno dos eixos que passam pelo cotovelo e pelo eixo longitudinal ao antebraço.

[040] Assim como o módulo de MPC, o módulo de vibração muscular localizada também é composto por três sistemas: (i) interface com o usuário; (ii) sistema microcontrolado por arduino; e (iii) sistema de vibração.

[041] (i) A interface com o usuário do sistema de vibração é composta por uma caixa com um visor LCD e botões para que o usuário possa informar a frequência de vibração desejada (60, 80, 100 e 120 Hz), bem como o tempo total de vibração (até 60 min).

[042] (ii) O sistema microcontrolado é o responsável por registrar os dados que o usuário insere e aciona o motor a uma certa velocidade que corresponde, através de uma curva de calibração, à uma frequência de vibração do motor. O mesmo sistema também fará o controle do tempo de vibração. Foi utilizada uma placa Arduino Nano 3.0.

[043] (iii) Conforme apresentado na Figura 2, o sistema de vibração é basicamente composto pelo motor brushless 39 e da massa desbalanceada 40 colocado em seu eixo para provocar maior vibração. Além disso, existe a capa de proteção termoeficiente (luva de alumínio com pequenos furos para dissipar calor e evitar aquecimento) 41, a chapa de suporte ao motor 42, a capa de proteção à massa

desbalanceada 43 e o acoplamento de plástico 44 que é fixado no braço do usuário por uma braçadeira de tecido com uma cinta de velcro.

Foram utilizados quase que exclusivamente materiais leves, como o alumínio. Aço, madeira e borracha foram evitados ao máximo, para que, além do peso excessivo, fosse possível e prática a limpeza do equipamento. O peso total, sem o suporte (base), é de 3,10 Kg. Na Figura 3, é apresentado o protótipo funcional em CAD.

Referências

Akahay M. et al. Design and Implementation of a Mechatronic Device for Wrist and Elbow Rehabilitation. Proceeding i-CREAtE '07 Proceedings of the 1st international convention on Rehabilitation engineering & assistive technology, ACM New York, p. 212-215, 2007.

Beny L., Oster L. Splint for passive motion of an upper limb. AbilityOne Corporation (Bolingbrook, IL). United States Patent n. US006676612, January 13, 2004.

Bonutti P. M., Zitzmann G. E. Orthosis with distraction through range of motion. Effingham, Ill. United States Patente n. US005395303A, March 7, 1995.

Brunetti, O., Filippi, G. M., Lorenzini, M., Liti, Panichi, R., Roscini, M. et al. Improvement of posture stability by vibratory stimulation following anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy: Official Journal of the ESSKA*, vol. 14, n. 11, p. 1180-1187, 2006.

Culhane J.J., Saringer, J.H. Continuous passive motion device for upper extremity forearm therapy. Canadian Intellectual Property Office. CA2216863C, September 26, 1998.

Culhane J.J. et al. Combination pro/supination and flexion therapeutic mobilization device. United States Patent n. US7101347B2, September 5, 2006.

Culhane J. J. et al. Combination pro/supination and flexion therapeutic mobilization device. Orthorehab Inc Pub n. WO/2001/068028. International Application n. PCT/CA2001/000321, September 20, 2001.

Callegaro A. M. Desenvolvimento de um Equipamento Computadorizado de Movimentação Passiva Contínua para Cotovelo e Antebraço, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010.

Callegaro, A. M., Gonçalves, M. P., Silva, A. D. Aplicação da Movimentação Passiva Contínua (CPM) na reabilitação do Cotovelo: uma revisão da literatura. *O mundo da saúde*. Vol. 34, n. 2, p. 268-275, 2010.

Camerota, F.; Celletti, C.; Don, R.; Nucci, F. Preliminary evidence of the efficacy of the repetitive muscle vibration therapy in chronic foot drop. *Acupuncture and Related Therapies*, vol. 1, n. 2-3, p. 27-30, 2013.

Hajianpour M.A. Passive exercising device. United States Patent n. 4538595, September 3, 1985.

Johnson G.R. et al. The design of a five-degree-of-freedom powered orthosis for the upper limb. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers – Part H – Journal of Engineering in Medicine*, v. 215, n.3, pp.275-284, 2001.

Kaiser R.T. et al. Continuous Passive Motion Exercise Apparatus. Ottawa, C1305380, July 21, 1992.

Knoll G. Therapeutic device. United States Patent Application n. US20020082530A1, June 26, 2002.

Lee C.S. Shoulder and Elbow Continuous Passive Movement. World Intellectual Property Organization n. WO2008/066310A1. June 5, 2008.

Mândru D. et al. Device for upper limb kinethotherapy. Annals of the Oradea University. Fascicle of Management and Technological Engineering, v. XIV (IV), 2005, ISSN 1583-0691, CNCSIS "Clasa B".

Marconi, B.; Filippi, G. M.; Koch, G.; Pecchioli, C.; Salerno, S.; Don, R. et al. Long-term effects on motor cortical excitability induced by repeated muscle vibration during contraction in healthy subjects. Journal of the Neurological Sciences, vol. 275, n. 1-2, p. 51-59, 2008.

Mason J.T., Howard, M.E. Continuous passive motion device for rehabilitation of the elbow or shoulder. United States Patent Application Publication n. US20040087880A1, May 6, 2004.

Mason J.T., Howard M.E. Continuous passive motion device for rehabilitation of the elbow or shoulder. Assignee: Breg, Inc. Vista, CA (US). United States Patent n. US7108664B2, September 19, 2006.

Mavroids C. et al. Smart portable rehabilitation devices. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, v. 2, n. 18, 2005.

Mazzer P.Y.C.N. Desenvolvimento de um aparelho de movimentação passiva contínua para o cotovelo. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) - Universidade de São Paulo, São Carlos, SP, 2001.

Nicolosi J.P., Turner M.M. Physical Therapy Apparatus and Method. United States Patent n. 4089330, May 16, 1978.

Ou Y-J et al. Continuous passive motion exercise system with driven monitoring. Industrial Technology Research Institute (Hsin Chu Hsien, TW). United States Patent Application n. 20040127821, July 30, 2004.

Ou Y-J. et al. Continuous passive motion exercise system with driven monitoring. Industrial Technology Research Institute (Hsin Chu Hsien, TW). United States Patent n. US007090650, August 15, 2006.

Saringer J.H. Device for imparting continuous passive motion to human joints. United States Patent n. 4487199, December 11, 1984.

Saringer J. H., Culhane J. J. Continuous passive motion device for upper extremity forearm therapy. Assignee: Orthologic Corp. (Phoenix, AZ). United States Patent n. US5951499A, September 14, 1999.

Schnapp M., Mays K.S. Rehabilitative Apparatus for Treating Reflex Sympathetic Distrophy. United States Patent n. US006149612A, November 21, 2000.

Siegler S. Joint Flexibility Determining Apparatus and Method. World Intellectual Property Organization. WO/1993/002621, February 18, 1993.

Singer R.D., Trickey E.A. Electronic range of motion apparatus, for orthosis, prosthesis, and CPM machine. United States Patent n. US005252102A, October 12, 1993.

Zhang L-Q. Dispositif D'etirement Intelligent Portable. World Intellectual Property Organization. WO/2002/096274, December 05, 2002.

Reivindicações

1. EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO, CARACTERIZADO POR SER COMPOSTO pelos sistemas de Movimentação Passiva Contínua (MPC) e vibração muscular localizada.

2. EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO DE ACORDO COM A REINVIDICAÇÃO 1, CARACTERIZADO PELO módulo de MPC ser composto por três sistemas: (1) interface com o usuário; (2) sistema microcontrolado por arduino; e (3) sistema de MPC.

3. EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO DE ACORDO COM A REINVIDICAÇÃO 2, ITEM 1, CARACTERIZADO PELA interface com o usuário ser composta por uma caixa com um visor LCD e botões para que o usuário possa escolher e informar dados pertinentes à programação da sequência de movimento(s) desejada, seguindo as seguintes etapas:

(i) escolher se vai utilizar um pré-programa salvo no cartão de memória fornecido com o equipamento ou criar um novo programa;

(ii) optar pela ativação:

a) dos motores de movimentos: escolher o acionamento do motor responsável pela flexão e extensão do cotovelo (F/E) e/ou pronação e supinação do antebraço (P/S

a.1) ADM – inserir os valores da amplitude de movimento desejada para os movimentos de flexão e extensão do cotovelo (0° a 160°) e/ou pronação e supinação do antebraço (-90° a 90°);

a.2) Tempo – inserir o tempo destinado à execução dos ciclos de movimentos da(s) amplitude(s) fornecida(s) acima (até 60 min).

4. EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO DE ACORDO COM A REINVIDICAÇÃO 2, ITEM 2, CARACTERIZADO PELO sistema microcontrolado ser o responsável por registrar os dados que o usuário irá inserir e acionar os motores na velocidade angular pré-determinada. O mesmo sistema também fará o controle da Amplitude de Movimento e do tempo de realização dos movimentos e/ou sequência de movimentos programados.

5. EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO DE ACORDO COM A REINVIDICAÇÃO 2, ITEM

3, CARACTERIZADO PELO sistema de MPC ser suportado pela base, larga e estável, seguida de dois canos de alumínio com ajustes verticais; o elemento 4 da figura I faz a ponte entre a base e o apoio do braço, o qual está fixado ao cano 5, permitindo ajustes na inclinação do sistema, viabilizando o posicionamento confortável em relação à angulação do ombro; os responsáveis por prender toda a estrutura ao cano são os elementos 6.1 e 6.2, que, por sua vez, estão presos à chapa 7, a qual suporta o braço do indivíduo; o prolongamento até a mão do indivíduo se dá através das chapas 8.1 e 8.2, seguido pelas duplas 9.1/9.2 e 10.1/10.2; entre a primeira e a segunda dupla de chapas, existe um eixo formado pelos parafusos 11.1 e 11.2; este eixo permite os movimentos de flexão e extensão do cotovelo de 0° a 160°; o posicionamento do eixo anatômico do cotovelo deve estar alinhado ao eixo do equipamento; para executar o movimento de flexão e extensão do braço, a polia 12, protegida pelo braço 36, e conectada ao motor 13, transmite um torque para a polia 14; esta última polia movimenta o eixo 15, que está preso pelos mancais 16.1 e 16.2 e em cujas extremidades estão locadas as polias pequenas 17.1 e 17.2; estas transmitem o movimento para as polias maiores 18.1 e 18.2, através das correias 19.1 e 19.2; para garantir a segurança do indivíduo, existem duas capas de proteção laterais 37.1 e 37.2; por último, estas polias maiores transferem o torque necessário ao suporte do antebraço para executar os movimentos de flexão e extensão do cotovelo de 0° a 160°; a leitura da rotação é feita pelo potenciômetro 20.

6. EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO DE ACORDO COM AS REINVIDICAÇÕES 1-5, CARACTERIZADO PELA mão do indivíduo ser posicionada na órtese 21 que está acoplada ao elemento 22, o qual é capaz de girar em torno do eixo 23, através do acionamento do motor 24 e da transmissão da correia 25 entre as polias 26.1 e 26.2; esta movimentação permite os movimentos passivos de pronação (de 0° a -90) e supinação do antebraço (de 0° a +90) e é suportada pelo mancal 27, controlada pelo potenciômetro 28 e protegida pela capa de proteção 38; o potenciômetro é fixado ao braço 29 e o motor à chapa 30; todo o sistema de pronação e supinação está estruturado em torno da chapa 31; o prolongamento do braço possui ajuste de comprimento devido aos tubos de seção retangular 32.1 e 32.2, os quais estão unidos pelas chapas 33 e 34; o ajuste do comprimento do suporte do antebraço é fixado pelo manípulo 35; os ajustes verticais, horizontais e angulares, possibilitam a utilização deste equipamento em braços de pelo menos 180 mm de comprimento e antebraços de no mínimo 210 mm e, no máximo, 380 mm.

7. EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO DE ACORDO COM AS REINVIDICAÇÕES 1-6,

CARACTERIZADO POR UMA velocidade angular ao redor do eixo que passa pelo cotovelo e pelo eixo longitudinal do antebraço.

8. EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO DE ACORDO COM AS REINVIDICAÇÕES 1-7, CARACTERIZADO PELO módulo de vibração muscular localizada ser composto por três sistemas: (i) interface com o usuário; (ii) sistema microcontrolado por arduíno; e (iii) sistema de vibração.

9. EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO DE ACORDO COM O ITEM I) DA REINVIDICAÇÃO 8, CARACTERIZADO PELA interface com o usuário do sistema de vibração ser composta por uma caixa com um visor LCD e botões para que o usuário possa informar a frequência de vibração desejada (60, 80, 100 e 120 Hz) e o tempo total de vibração (até 60 min).

10. EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO DE ACORDO COM O ITEM II) DA REINVIDICAÇÃO 8, CARACTERIZADO PELO sistema microcontrolado ser o responsável por registrar os dados que o usuário insere e aciona o motor a uma certa velocidade que corresponde, através de uma curva de calibração, à uma frequência de vibração do motor; o mesmo sistema também fará o controle do tempo de vibração.

11. EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO DE ACORDO COM O ITEM III) DA REINVIDICAÇÃO 8, CARACTERIZADO PELO sistema de vibração ser basicamente composto pelo motor brushless 39 e da massa desbalanceada 40 colocado em seu eixo para provocar maior vibração; além disso, existe a capa de proteção termoeeficiente (luva de alumínio com pequenos furos para dissipar calor e evitar aquecimento) 41, a chapa de suporte ao motor 42, a capa de proteção à massa desbalanceada 43 e o acoplamento de plástico 44 que é fixado no braço do usuário por uma braçadeira de tecido com uma cinta de velcro.

Figura 2

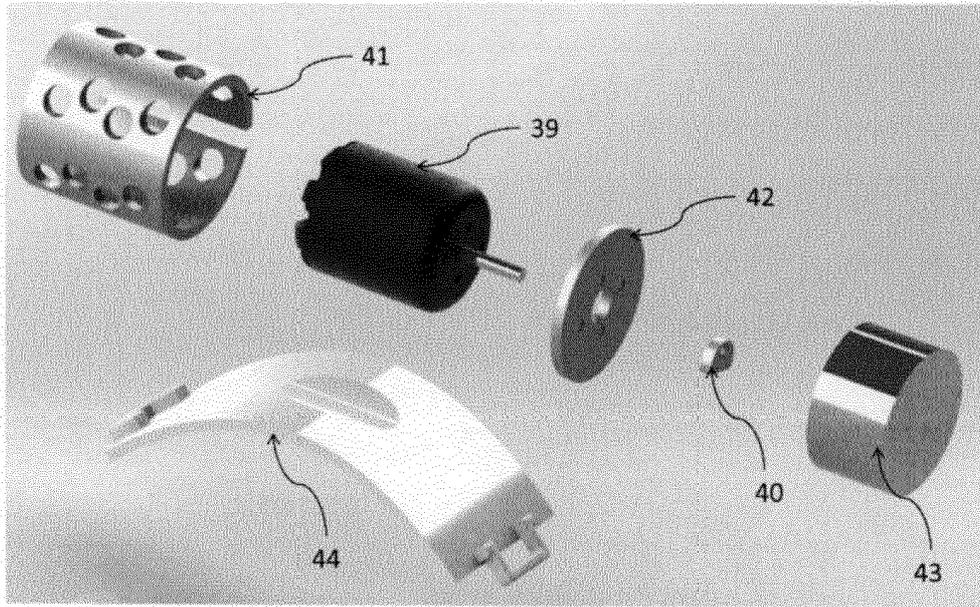
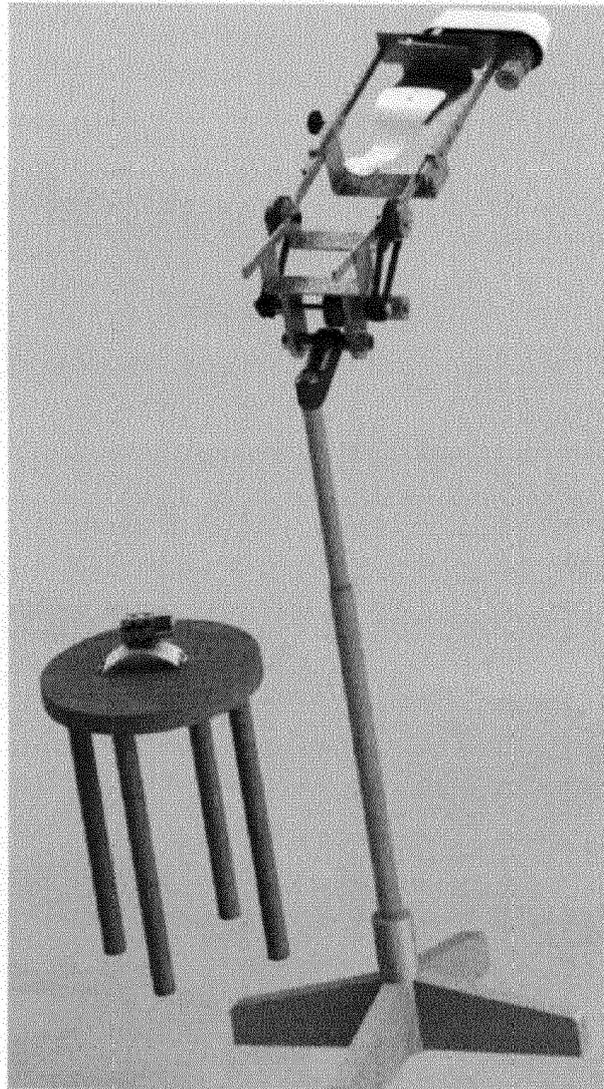


Figura 3



Resumo**EQUIPAMENTO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA E VIBRAÇÃO MUSCULAR LOCALIZADA PARA O COTOVELO E ANTEBRAÇO**

O presente relatório de invenção descreve um equipamento para a reabilitação fisioterapêutica do cotovelo e antebraço. O equipamento é constituído por dois módulos: (i) o módulo de Movimentação Passiva Contínua (MPC) e o módulo de vibração muscular localizada, ambos compostos por partes mecânicas e eletrônicas. O módulo de MPC possui dois eixos de movimentos: o (i.i) eixo responsável pelos movimentos passivos de flexão e extensão do cotovelo que vai de 0° a 160° , e o (i.ii) eixo responsável pelos movimentos passivos de pronação e supinação do antebraço que vai de -90° a $+90^{\circ}$, ambos têm como parâmetros de controle: a velocidade, a Amplitude de Movimento (ADM) e o tempo. Esses dois eixos podem movimentar o cotovelo e o antebraço de forma independente e sincronizada. O (ii) módulo de vibração muscular localizada produz a vibração mecânica para ser aplicada no músculo bíceps braquial em frequências que vão de 60 a 120 Hz. Os parâmetros aceleração e deslocamento foram determinados e monitorados numa faixa segura para esta faixa de frequência, de acordo com o determinado em normas e estudos prévios.