

DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO ARTICULAR

Rodrigo Gontijo Cunha^{1,2} Daniela Cristina Palhares¹, Jorge Alfredo Léo¹ Sheila Cristina de Moraes¹, Renato Amaro Zângaro²

¹Universidade do Vale do Paraíba/ Laboratório de Óptica Biomédica/ Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento / rodrigogcunha@hotmail.com

²Universidade de Uberaba/Laboratório de Biomecânica Fisioterapia

Resumo- Os estudos sobre reparação tecidual têm abordado enfaticamente os efeitos nocivos da imobilização prolongada, dentre os quais se destacam: atrofia de partes moles, rigidez articular, osteoporose por desuso, edema e dor pós-imobilização. Propomos no presente trabalho, o desenvolvimento de um sistema de movimentação articular, visando sua utilização em hospitais e clínicas nas diversas áreas de atendimento às lesões do aparelho locomotor, especificamente no tratamento de fraturas e pós-operatório de joelho, tornozelo, ombro, dentre outras articulações. O presente projeto é composto de um sistema mecânico articulado com hastes telescópicas, ajustadas de acordo com o tamanho dos membros do paciente. Um sistema de controle eletrônico tem a função de controlar a velocidade e sentido de rotação do motor, com conseqüente variação da velocidade e do sentido do movimento da articulação. O sistema de mobilização articular foi submetido a ensaios de amplitude, velocidade e freqüência de movimentos 10 voluntários, tendo apresentado resultados clinicamente satisfatórios.

Palavras-chave: movimentação, articulação, mobilização.

Área do Conhecimento: Engenharias & Ciências Médicas.

Introdução

As lesões do aparelho locomotor normalmente são acompanhadas de incapacidade funcional originando para recuperação um tempo de repouso ao segmento, contribuindo dessa forma para a reparação dos tecidos lesados. A partir dessa observação, a imobilização por talas e suportes dos segmentos afetados tem sido recomendada para o tratamento de fraturas, entorses e luxações [1].

Com o desenvolvimento dos estudos sobre reparação tecidual muita atenção tem sido dada aos efeitos nocivos da imobilização prolongada, dentre os quais se destacam: atrofia de partes moles, rigidez articular, osteoporose por desuso, desmineralização óssea, edema e a dor pós-imobilização [2].

Esses efeitos ocorrem devido à redução da produção de líquido sinovial e ao desenvolvimento de fibrose intra-articular, pois os músculos, ligamentos e a cápsula articular sofrem alterações na concentração de água e polissacarídeos provocando importante redução na resistência mecânica e na elasticidade muscular [3]. O tecido ósseo também sofre os efeitos nocivos da imobilização, resultando na desmineralização óssea observada nos segmentos just-articulares ocorrendo devido à não solicitação mecânica imposta pela contração muscular [1].

Face aos efeitos deletérios provocados pela imobilização prolongada nos tecidos moles e

ósseos, nas últimas décadas o tratamento das fraturas e lesões articulares evoluiu para o uso precoce da articulação, reduzindo-se assim o período de imobilização e proporcionando o retorno do paciente às suas atividades mais rapidamente [4].

Dentre estas alternativas para realizar a mobilização articular, a movimentação passiva contínua (MPC) tem sido utilizada para tratar fraturas e lesões articulares na Europa e Estados Unidos desde a década de 60. Apesar disso apenas a partir do final da década de 70, a sistematização da aplicação da Mobilização articular para o tratamento de diversas lesões do aparelho locomotor foi implementada [5]. Salter & Minster, 1982, Salter et al., 1981; Salter et al., 1975 relataram os seguintes efeitos:

- Prevenção da formação de aderência e rigidez articular,
- Prevenção do encurtamento muscular, estimulação da reparação de tecidos moles, tais como ligamentos, cápsula articular, tendões e cartilagem articular,
- Redução da dor.

A partir desses estudos autores tem confirmado os achados de Salter et al. Dhert et al., 1988; Linche et al., 1988; Zameth et al., 1987; O´ Driscoll et al., 2003 confirmando a importância da pesquisa nos mecanismos de ação da Mobilização articular sobre os tecidos e seus efeitos sobre

diversas lesões do aparelho locomotor [12], [13], [14], [15].

Material e Métodos

I. Construção do Equipamento-Mecânico

A construção do projeto baseou-se no estudo das características e da descrição técnica dos aparelhos de mobilização articular existentes no mercado internacional, especificamente nos Estados Unidos.

Basicamente o aparelho de mobilização articular é constituído por duas partes:

- 1) Um suporte mecânico formado por uma base na qual será montado um sistema articulado com hastes telescopadas para ajuste conforme o tamanho dos membros. Este sistema será movimentado por um “fuso” que será feito por um motor de corrente contínua.
- 2) Um sistema de controle eletrônico tem a função de controlar a velocidade e sentido de rotação do motor, com conseqüente variação da velocidade e do sentido do movimento da articulação.

O material utilizado para a confecção do suporte mecânico foi o aço 1020. O fuso esférico (central) com 45 centímetros de comprimento foi ligado à caixa de rolamento para proporcionar movimentos alternados de aproximação e afastamento de suas extremidades ao suporte móvel. O fuso rosqueado de $\frac{1}{4}$ de polegada com 40 centímetros, possibilita a regulação da amplitude de movimento, através do posicionamento de quatro “porcas” recartilhadas de latão.

Através de mecanismos de telescopagem, o segmento para sustentação da coxa do paciente varia de 25 a 45 centímetros de comprimento e o segmento para a perna de 30 a 50 centímetros de comprimento. Os movimentos articulares do aparelho variam de 0 a 80° para a articulação do joelho e 30 a 110° para a articulação do quadril. O peso do aparelho foi cerca de 12.800 gramas (Figura 1 e 2).

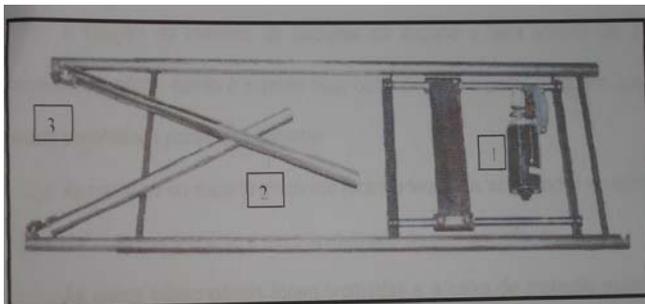


Figura 1: Estrutura do aparelho de Mobilização articular: 1: Motor Elétrico; 2: Hastes telescopadas; 3: Articulações.

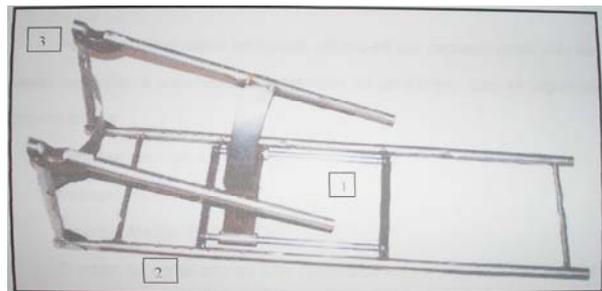


Figura 2: Estrutura do aparelho de mobilização articular. 1: Trilho; 2: Hastes Telescopadas; 3: Articulações.

Para proteção do mecanismo de movimentação e abertura para adequação da amplitude de movimento foi construída uma caixa de alumínio. A fixação do membro do paciente ao suporte foi feita através de 3 correias de “velcro”, sendo o suporte para coxa, perna e o pedal recoberto por tecido almofadado originando maior conforto. As peças telescopadas foram cromadas e a caixa de proteção assim como a caixa de comando eletrônica foi pintada com tinta “epóxi” para maior resistência.

II. Construção do Equipamento-Eletroeletrônica

Para a movimentação adequada utilizou-se um pequeno motor elétrico usado na indústria automobilística “limpador de pára-brisa”, com as seguintes características:

- Corrente nominal: 2,6 Amperes
- Voltagem Nominal: 12 Volts
- Potência Média: 31,2 Watts

O comando de acionamento do motor foi através de dispositivos eletrônicos para regular as alternâncias do movimento. Para a refrigeração do motor foi utilizado um ventilador localizado no final da plataforma.

III. Construção do Mecanismo de Acionamento

Para regular as alternâncias de movimento foram utilizados dispositivos eletrônicos sendo que para desenvolver um ciclo completo (flexo-extensão), quatro tempos são possíveis: 48 segundos, 64 segundos, 79 segundos e 106 segundos possibilitando variar de meio ciclo/minuto a 6 ciclos/minuto.

Ao eixo rosqueado foi acoplado uma chave de reversão de fim de curso, com uma escala numérica para graduar o percurso dos segmentos do suporte do membro e o arco de movimento.

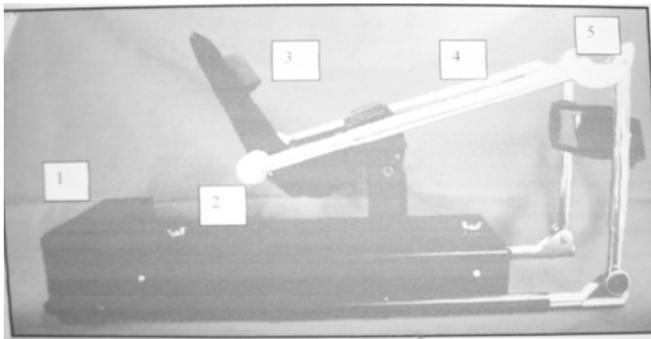


Figura 3: Dispositivo mecânico do aparelho de Mobilização articular. 1: Caixa do motor elétrico e ventilador; 2: Caixa de proteção do fuso da esfera; 3: Pedal; 4: Hastes Telescopadas; 5: Articulações.

Resultado

O dispositivo mecânico do aparelho de mobilização articular construído pode ser visualizado na figura 4, onde podemos observar o mecanismo articulado que permite a variação da amplitude de movimento das articulações do quadril e joelho.

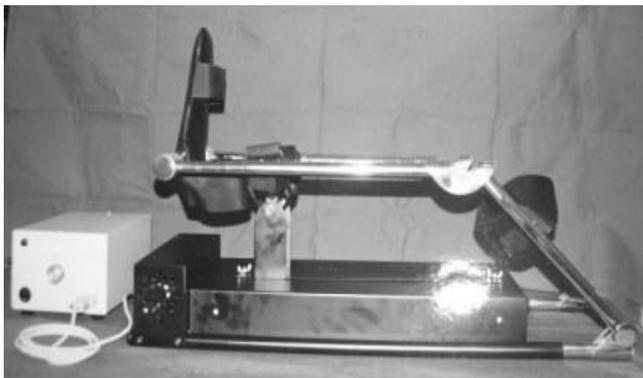


Figura 4: Dispositivo mecânico do aparelho de mobilização articular conectado a caixa eletrônica.

Após a construção, o aparelho de mobilização articular foi submetido a teste de laboratório, através da utilização do mesmo, nas amplitudes máximas possíveis e com velocidade variáveis, durante 8 horas ininterruptamente em 10 pacientes.

Discussão

Embora muito tem sido discutido a respeito da duração do período de tempo em que a imobilização é indispensável, é certo que este período tem sido cada vez mais curto e que novas alternativas à imobilização têm sido estudadas visando substituí-la definitivamente [15].

Este projeto tem permitido a redução do período mínimo de imobilização indo de encontro aos estudos mais recentes nessa área. Exercícios regulares proporcionam aumento da densidade óssea tanto nos membros diretamente envolvidos, quanto no sistema esquelético como um todo [15].

Estudos em atletas corredores masculinos e femininos revelaram densidades ósseas acima da média nas extremidades superior e inferior. Estes achados sugerem que algo, além do estresse mecânico sobre o tecido ósseo possa contribuir para sua hipertrofia. Fatores como o aumento da circulação sanguínea no osso pode ser significativo [16].

Os pacientes submetidos ao aparelho de mobilização articular vem apresentando melhora qualitativa e gradual na prevenção de atrofia de partes moles, rigidez articular, osteoporose por desuso, desmineralização óssea, edema e a dor pós-imobilização.

Conclusão

A implementação do aparelho de mobilização articular foi concluída satisfatoriamente e vem sendo aplicada em pacientes submetidos à cirurgia de membros inferiores, especialmente na articulação do joelho. Estudos quantitativos estão em andamento com o objetivo de permitir uma caracterização mais precisa do sistema.

Referência

- AKESON, W; AMIEL, D; WOO, S.L.Y; GARFIN S.R. "Imobilization versus continuous passive motion." In: Lane, J.M (ed) .*Fracture Healing*. New York, Churchill Living stone, pp.61-71,2005.
- BAILLEY, D.A; MCCULLOGH, R.G. "Bone tissue and activity." *Can J Sports*, vol. 15, pp. 229-239, 1999.
- DAVIES, D.M; JOHNSTON, D.W.A.L, BEAUPRE, D; LIER, A.. "Effect of adjunctive range of motion therapy after primary total knee arthroplasty on the use of health services after hospital discharge." *Canadian Journal of Surgery, Montreal*, vol. 1 n. 46, pp.30-36, fev. 2003.
- DHERT, W.J; O'DRISCOLL, S.W; VAN ROYEN, B.J; SALTER, R. "Effects of immobilization and continuous passive motion of postoperative muscle atrophy in mature rabbits". *Canadian Journal of Surgery, Montreal*, vol. 3, n. 31, pp. 185-188, 2000.

- FRANK, C; AKESON, W.H. WOO, S.L.Y. AMIEL, D.R; COUTS, D. Physiology and therapeutic value of passive joint motion, *Clinical Orthopedics*, vol. 185, pp. 113-125, 2004.
- LYNCH, A.R; BOURNE, B; RORABECK, C.H; RANKIN, R.N. DONALD, A. "Deep vein thrombosis and continuous passive motion after total knee arthroplasty." *Journal Bone Joint Surgery*, vol. 1, n. 70, pp. 11-14, 1988.
- NOYES, F. R; MANGINE, R. E; BARBER, S. "Early knee motion after open and arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction." *American Journal Sports*, vol. 15, n. 2, pp. 149-160, 2006.
- O'DRISCOLL, S.W; KUMAR, A.R; SALTER, B. "The effect of the volume of effusion, joint position and continuous passive motion on intrarticular pressure in the rabbit knee." *Journal Rheumatology*, n. 10, pp. 360-363, 2003.
- SALTER, R.B; SIMMONDS, D.F; MALCOLM, B. W; RUMBLE, E. J; MACMICHAEL, D.. "The effect of continuous passive motion on the healing of articular cartilage defects – An experimental investigation in rabbits." *Journal Bone Joint Surgery*, vol. 1, n. 57, pp. 570-578, 1975.
- SALTER, R.B; BELL, R.S; KEELEY F.W. "The protective effect of continuous passive motion on living articular cartilage in acute septic arthritis." *Clinical Orthopedics*, n. 159, pp. 223-247, 1981.
- SALTER, R.B; MINSTER, R.R. "The effect of continuous passive motion on semitendinous tenodesis in the rabbit knee." *Orthopedics Transact.* n. 6, pp. 292-293, 1982.
- SALTER, R.B; HAMILTON, H.W; WEDGE, J.H; TILEM, S. "Clinical application of basic research on continuous passive motion for disorders and injuries of sinovial joints: A preliminary report of a feasibility study." *Journal Orthopedics Research*, vol. 1, n. 3, pp. 325-342, 1984.
- SARMIENTO, A; LATTA, L.L. Closed functional treatment of fractures. *The rationale of closed functional treatment of fractures*, Berlin, pp. 1-13, 1981.
- STIENSTRA, J.J. "Continuous passive motion. A podiatric overview". *Journal Foot Surgery*, vol. 26, pp. 41-45, 1999.
- TIPTON, C.M; MATTHES, R.D; MAYNARD J.A; CAREY R.A. "The influence of physical activity on ligaments and tendons". *Medical Sciences Sports*, vol. 7, n. 3, pp. 165-175, 1997.
- ZARNETT, R; DELANEY, J.P; ODRISCOLL, S. W; SALTER R.B. "Cellular origin and evolution of neochondrogenesis in major full-thickness defects of a joint surface treated by free autogenous periosteal grafts and subjected to continuous passive motion in rabbits." *Clinical Orthopedics*, n. 222, pp. 267-274, 1987.