

DESENVOLVIMENTO E ENSAIO CLÍNICO DE UM APARELHO DE MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA EM ARTICULAÇÕES SINOVIAIS

S.M. MATTIELLO¹, J.B.VOLPON², J.B.P.PAULIN³, A.C.SHIMANO⁴

RESUMO -- Clínica e experimentalmente tem-se observado efeitos benéficos do movimento passivo contínuo em articulações sinoviais comparados aos da imobilização. Nosso objetivo foi desenvolver um aparelho para membros inferiores que promovia o movimento passivo contínuo utilizando recursos nacionais e ensaiá-lo clinicamente. O aparelho desenvolvido mostrou-se versátil, de simples manuseio resistente e de baixo custo. Quando usado clinicamente foi bem tolerado e aceito pelos pacientes.

INTRODUÇÃO

Os métodos terapêuticos clássicos das afecções do aparelho locomotor geralmente passam por uma fase de imobilização (obtida na maioria das vezes com aparelhos gessados), como maneira de conseguir a regeneração e cicatrização das partes moles. Este tratamento pode ter efeitos colaterais importantes provocados pelo desuso do membro, levando à atrofia muscular, osteoporose, rigidez e eventualmente degeneração articular como demonstraram Souza, Machado, Sesso & Valeri (1964); Salter, Simmonds, Malcolm, Rumble, Macmichael & Clements (1980); Watson-Jones (1978); Salter, Bell & Kneeley (1981).

Atualmente aparelhos gessados funcionais foram desenvolvidos, principalmente por Sarmiento (1981), novos materiais de confecção de imobilizadores externos estão sendo usados e investigados e, no tratamento cirúrgico, preconiza-se afixação estável do osso demonstrada por Müller, Allgöwer, Shneider & Willenegger (1979), com o objetivo de liberar o paciente mais rapidamente para exercícios que na maioria das vezes são realizados ativamente.

Pesquisas pioneiras de Salter (Salter, 1980; Salter, 1981; Salter, 1982; Salter, 1984), demonstraram que a movimentação passiva contínua, quando aplicada a um membro traumatizado e observando vários cuidados e parâmetros, pode ser benéfica para a recuperação de lesões músculo-esqueléticas. Estes benefícios manifestam-se pela resolução mais rápida do edema pós-operatório, diminuição da dor, prevenção da trombose venosa profunda, regeneração da cartilagem articular e prevenção de rigidez como já demonstrado por Coutts, Toth & Kaita (1983); Frank, Akeson, Woo, Amiel & Coutts (1984); Mooney & Stills (1987); O'Driscoll, Kumar & Salter (1983); Salter (1982); Salter, Hamilton, Wedge & Tile (1984) e Stienstra (1987).

Atualmente a fase experimental do movimento passivo contínuo já foi superada e a aplicação clínica encontra-se em uso rotineiro nos principais centros ortopédicos.

1. Pós-Graduando na Área de Bioengenharia Interunidades Escola de Engenharia de São Carlos/Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP.
2. Professor Associado da Área Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / USP.
3. Professor Assistente Doutor, Responsável pelo Laboratório de Bioengenharia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / USP.
4. Engenheiro Mecânico do Laboratório de Bioengenharia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP.

A aplicação da movimentação passiva contínua é realizada através de um aparelho que geralmente dá suporte ao membro e também imprime-lhe movimentos segundo parâmetros pré-estabelecidos. O aparelho, por sua vez, é acionado por motor elétrico.

Em nosso meio a aplicação da movimentação passiva contínua praticamente não é utilizada principalmente devido ao alto custo do aparelhamento, fabricado por firmas especializadas, não havendo similar nacional.

Por esta razão levam avante um projeto cujos objetivos são:

1. Desenvolver um aparelho para membros inferiores que promova a movimentação passiva contínua, utilizando matéria-prima e tecnologia nacional e que seja de baixo custo.

2. Ensaiar o aparelho de movimentação passiva contínua em pacientes submetidos à cirurgias ortopédicas de membros inferiores com comprometimento articular de joelho e/ou quadril.

MATERIAL E MÉTODO

Inicialmente foi construído um protótipo que, depois de vários aperfeiçoamentos, constituiu-se na estrutura básica do aparelho definitivo que aplica movimentos passivos de flexão e extensão, alternadamente, nas articulações do quadril, joelho e tornozelo.

O aparelho constituiu-se basicamente de 3 partes:

a) um suporte mecânico constituído de uma plataforma que se apoia no leito e sobre o qual está montado um suporte para o membro, que é móvel, e basicamente tem articulações correspondentes ao quadril, joelho e tornozelo. O material de confecção é o aço 1020, 1045, latão e alumínio. As hastes são telescópicas de modo a permitir os ajustes individuais segundo o comprimento do membro de cada paciente.

A figura 1 mostra o protótipo inicial, constituído basicamente dos suportes já referidos.

b) Um sistema de acionamento constituído por motor de corrente contínua empregado em veículos auto-motores (função auxiliar), que também fica fixado à plataforma e que é conectado a um eixo rosqueado que, em última análise, transforma os movimentos de rotação em excursão de vai-e-vem do suporte móvel.

c) Um conjunto eletrônico de comando que seleciona amplitudes e frequência da excursão a que o membro é submetido variando de 1/2 ciclo/min a 6 ciclos/min.

O aspecto final do aparelho, após vários aperfeiçoamentos está mostrado na figura 2 e já aplicado no paciente como na figura 3.

O aparelho é adaptado ao paciente no 4º dia de pós-operatório e mantido por um período de 10 dias por 8 horas diárias de funcionamento. Diariamente preenchem-se fichas de controle para análise dos resultados finais. Os parâmetros de análise são a mobilidade articular das articulações envolvidas, edema de membro, dose analgésica solicitada e administrada ao paciente, volume de sangue drenado, curva térmica, atitude do paciente em relação ao exame de seus componentes e testes de funcionamento.

Os critérios de inclusão dos pacientes foram os seguintes: indivíduos adolescentes ou adultos, de ambos os sexos, conscientes, submetidos a cirurgias ortopédicas por serem portadores de patologias traumáticas ou degenerativas de membros inferiores que eventualmente pudessem se beneficiar com a aplicação da movimentação passiva contínua no membro afetado segundo indicações de Salter (Salter, 1980).

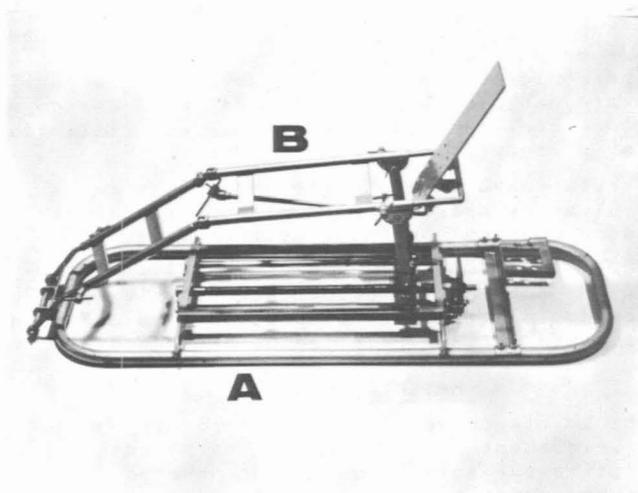


Figura 1 - "Protótipo do aparelho de MPC confeccionado para testes, constituído basicamente de uma plataforma para apoio no leito (A) e que sustenta um suporte móvel (B) que serve de apoio ao membro inferior".

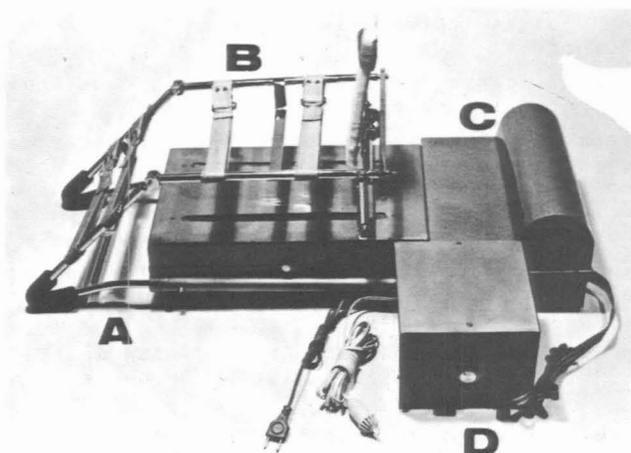


Figura 2 - "Aparelho de MPC definitivo usado nas aplicações clínicas.

- A - plataforma com ajustes telescópaveis;
- B - Suporte móvel para o membro inferior;
- C - Compartimento do motor com o sistema de aerção;
- D - Sistema de controle eletrônico".

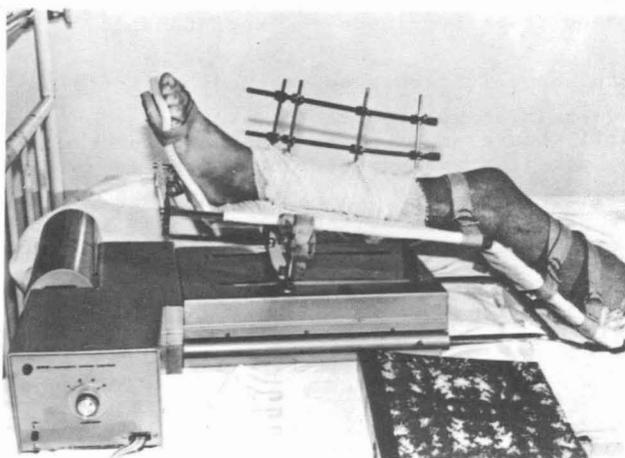


Figura 3 - "Aplicação do aparelho de MPC no membro inferior esquerdo de um paciente portador de fratura de acetábulo esquerdo, disjunção da sínfise púbica e fratura exposta grau III da perna esquerda, fixada externamente".

RESULTADOS

O aparelho desde a fase de protótipo até o modelo definitivo, foi progressivamente modificado, em decorrência dos testes a que foi submetido. Aquecimento e desempenho do motor foram obstáculos maiores, mas foram superados com um sistema de refrigeração a ar e de alinhamento do conjunto mecânico.

As demais partes, juntas e características físicas funcionaram a contento. O ruído do motor é de baixa intensidade e não incomodou aos pacientes.

A atitude do pessoal médico e de enfermagem foi positiva em relação ao aparelho, bem como dos pacientes, de uma maneira geral.

Até o presente 10 pacientes foram submetidos ao tratamento e suas características estão apresentadas na Tabela 1 e Tabela 2.

Os pacientes, de uma forma geral, referiram uma dor tolerável - vel quando os movimentos se iniciavam, mas desapareciam em curto tempo. Depois disso a movimentação passiva continuava confortável e alguns pacientes solicitavam a manutenção dele, mesmo quando o tempo pré-determinado de funcionamento já estavam alcançados.

Não houve infecções ou casos de deiscências de feridas.

Com relação aos movimentos, tanto para o joelho quanto para o quadril, houve uma tendência para ganhos progressivos de movimentos, nos dias subsequentes como mostrado na figura 4A-B.

Nos 10 pacientes o aparelho funcionou com um total de 656 horas e passou por 5 revisões gerais onde se encontrou principalmente desgastes em componentes do motor.

TABELA 1
 CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DOS PACIENTES SUBMETIDOS
 AO TRATAMENTO COM A MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA
 (MPC) NA ARTICULAÇÃO DO QUADRIL

Nº PAC	SEXO	IDA DE	PATOLOGIA	TRATAMENTO	Nº HS C/MPC	OBSERVAÇÕES
1	M	35	Luxação posterior do quadril D.	Osteossíntese c/ placa	64	Tratamento s/ intercorrências
2	M	30	Frat. acetáb. E / disjunção sínf. púb. / frat. exp. G. III da perna E / exp. da perna D.	Osteoss. acetáb. E e sínf. púb. c/ placa / fixação da tibia c/ placa e fixador ext.	80	Tratamento s/ intercorrências
3	M	14	Epifisiólise em quadril D.	Osteot. corretora base colo femoral	64	Tratamento s/ intercorrências
4	M	43	Fratura transversa acetábulo D.	Osteoss. c/ placa e parafuso interfragmentário.	64	Tratam. interrompido 79 dias de MPC por alterações comportam. pte.

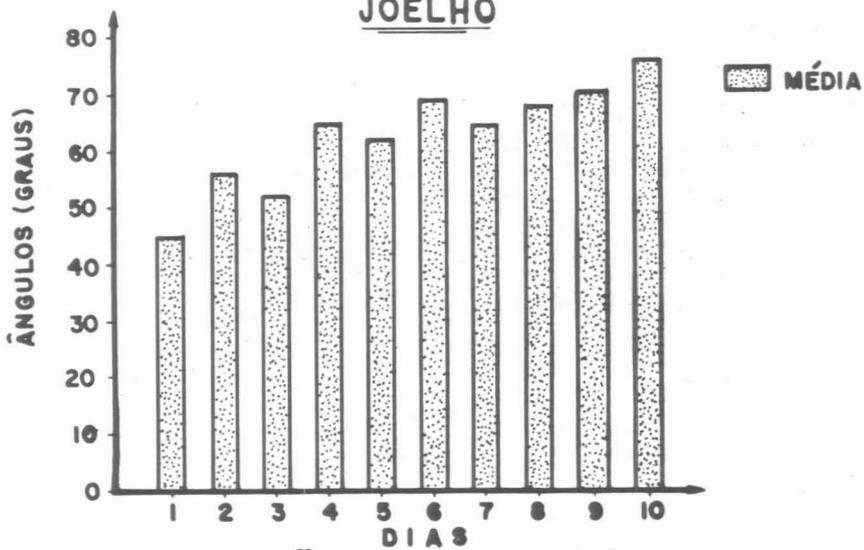
TABELA 2

CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS DOS PACIENTES SUBMETIDOS AO TRATAMENTO COM A MOVIMENTAÇÃO PASSIVA CONTÍNUA (MPC) NA ARTICULAÇÃO DO JOELHO

Nº PAC	SEXO	IDA DE	PATOLOGIA	TRATAMENTO	Nº HS C/MPC	OBSERVAÇÕES
1	M	18	Frat.expost.tíbia E/ lesão ligam.joelho E c/afundam.planalto tibial/frat.diafis. cominuida fêmur E.	Haste Kuntscher femur/redução frat.planalto / fixação c/para- fusos/rafia li- gamentar.	56	Tratam.inter - rompido 7º dia de MPC por re- jeição do pa- ciente ao apa- relho.
2	F	40	Genu valgo D asso- ciado a luxação de patela D.	Osteot.varizan- te joelho D/ me- dializ.patela D/ trócleoplast.côn- dilo lat./neurec- tomia lat.joelho D.	80	Tratamento s/ intercorrên - cias
3	M	21	Sequela frat.comi- nuida planalto ti- bial E.	Artropl.total de joelho E.	98	Tratam.c/MPC interromp. 7º dia por frat. fêmur e retoma do após osteos. c/haste fêmur E
4	F	22	Patela luxada crô- nica joelho D.	Rebaixamento e me- dialização pate - la/pregueamento do retináculo medial/ trócleoplast. da patela.	80	Tratamento s/ intercorrên - cias.
5	M	46	Síndr.compartim.da perna D/frat.expos- ta G.I fêmur D/fra- tura planalto ti - bial.	Fasciotomia perna D/osteoss.c/placa da tibia/colocação haste intramedular no fêmur.	80	Tratamento s/ intercorrên - cias.
6	M	26	Frat.diafis.fêmur E/afundam.côndilo med.E/frat.planal- to tibial E expos- ta grau III.	Osteoss.fêmur com placa/fixação tí - bia com placa.	80	Tratamento s/ intercorrên - cias.

A- VARIACÃO ANGULAR - MÉDIA GERAL

JOELHO



B- VARIACÃO ANGULAR - MÉDIA GERAL

QUADRIL

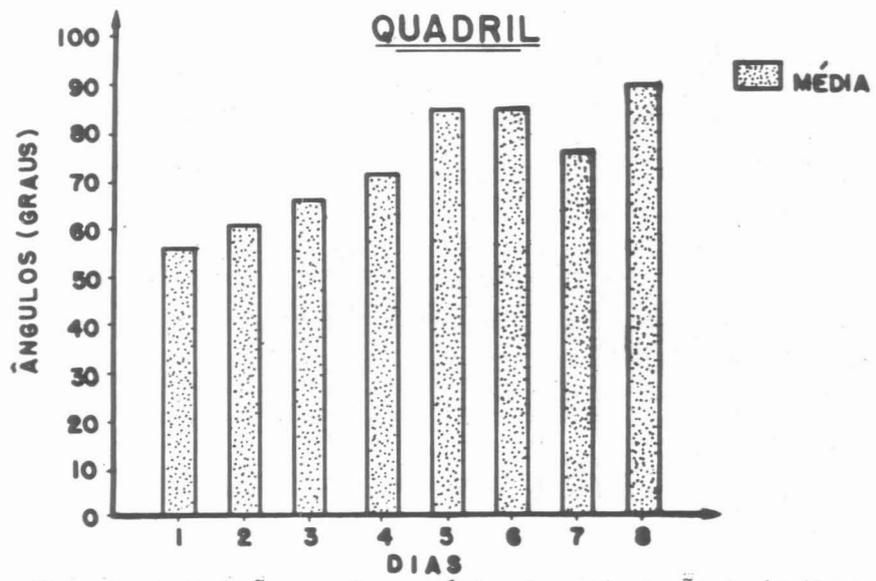


Figura 4 - A: Variações angulares médias da articulação do joelho em 10 dias de aplicação do MPC.
B: Variações angulares médias da articulação do quadril em 8 dias de aplicação do MPC.

DISCUSSÃO

Este projeto encontra-se ainda em andamento e tem duas fases distintas. A primeira consta no desenvolvimento do Aparelho de Movimentação Passiva contínua que seja de baixo custo, prático, resistente, versátil e com uso exclusivo de tecnologia e material nacionais. Esta fase praticamente já está terminada, restando somente um teste mais a longo prazo para o funcionamento do motor.

A segunda fase consiste no ensaio clínico do aparelho em que se observa a parte técnica da relação paciente-aparelho e sua integração. O que se tem observado é uma inadequação na adaptação de pacientes portadores de patologias articulares do quadril pela limitação das variações angulares permitidas pelo aparelho. Em pacientes portadores de afecções do joelho não houve problemas deste tipo. Durante a utilização do método a atitude do paciente tem sido de cooperação com referências de diminuição da dor durante o período de utilização da movimentação passiva contínua e certo desconforto no repouso. O ganho articular médio obtido após o tratamento da movimentação passiva contínua foi compatível com o trabalho de Ecker (1989), que apresenta como satisfatório um ganho articular de 75º no final do tratamento. Foi observada redução rápida do quadro de edema principalmente em pacientes politraumatizados.

Não foi nosso objetivo até o presente fazer uma avaliação em si dos efeitos da movimentação passiva contínua. Isto compreenderá um projeto em separado e naturalmente demandará uso de controles, observações e parâmetros clínicos de avaliação rigorosos, bem como o seguimento dos preceitos éticos de experimentação em seres humanos pois, apesar de muitos autores terem uma atitude positiva em relação à movimentação passiva contínua como Coutts (1983), Mooney (1987), Salter (1982), outros alertam para possíveis riscos demonstrado por Frank (1984), bem como há possibilidades de lesão articular se forem ultrapassados limites de uso como já demonstraram Silva, Piva & Fonseca (1978).

ABSTRACT: DEVELOPMENT AND CLINICAL TRIAL OF A MACHINE FOR CONTINUOUS PASSIVE MOTION IN SINOVIAL JOINTS.

This paper reports our experience with the development of a home-made machine to provide continuous passive movements to orthopaedic patients during the post-operative period. The machine has been applied to 10 different patients and we have observed benefits such as oedema decrease, pain relief and joint motion improvement. The machine itself has proved to be adequate to our purposes.

BIBLIOGRAFIA

- COUTTS, R. D., TOTH, C., e KAITA, J. H. (1983), "The role of continuous passive motion in the rehabilitation of the total knee patient". In Hungerford, D. (ed); Total knee arthroplasty - A comprehensive approach. Baltimore, Williams & Wilkins.
- ECKER, M. L., LOTKE, P. A. (1989), "Postoperative care of the total knee patient", Orthopedic Clinics of North America, Volume 20, Número 1, pages 55-61.
- FRANK, C., AKESON, W. H., WOO, S. L. Y., AMIEL, D. e COUTTS; R. D. (1984), "Physiology and therapeutic value of passive joint motion", Clinical Orthopaedic, 1985: 113-125.
- MOONEY, V. e STILLS, M. (1987), "Continuous passive motion with joint fractures and infections", Orthopedic Clinics North America, 18, 1.
- MÜLLER, M. E., ALLGÖWER, M., SHNEIDER, R., WILLENEGGER, H., (1979), "Manual of Internal Fixation".
- O'DRISCOLL, S. W., KUMAR, A. e SALTER, R. B. (1983), "The effect of continuous passive motion on the clearance of a hemarthrosis from a sinovial joint", Clinical Orthopaedic, 176: 305.
- SALTER, R. B., SIMMONDS, D. F., MALCOLN, B. W., RUMBLE, E. J., MACMICHAEL, D. e CLEMENTS, N. D. J. (1980), "The biological effect of continuous passive motion on the healing of full-thickness defects in articular cartilage", Journal of Bone and Joint Surgery, 62-A: 1232.
- SALTER, R. B., BELL, R. S. e KNEELEY, F. W. (1981), "The protective effect of continuous passive motion on living articular cartilage in acute septic arthritis", Clinical Orthopaedic, 159: 223.
- SALTER, R. B., (1982), "Five years' experience with continuous passive motion (CPM)", Journal of Bone Joint Surgery., 64: 250.
- SALTER, R. B., HAMILTON, H. W., WEDGE, J. H. e TILE, M. (1984), "Clinical application of basic research on continuous passive motion for disorders and injuries of synovial joints: A preliminary report of a feasibility study", Journal of Bone Joint Surgery, 1: 325.
- SARMIENTO, A. e LATA, L. L. (1981), "Closed functional treatment of fractures", Capítulo 1, pages 1-13.
- SILVA, O. L., PIVA, N., FONSECA, J. C. P., (1978), "Articular cartilage changes mechanically induced 'in vivo'. An experimental method approach in animals", Revista Brasileira de Pesquisas Médicas e Biológica, Volume 11, pages 277-281.
- SOUZA, J. P. M., MACHADO, F. F., SESSO, A. e VALERI, V. (1964), "Imobilização articular experimental em cobaias: efeitos sobre a junta do joelho", Revista da Associação Médica Brasileira, 10, 7: 159.
- STIENSTRA, J. J. (1987), "Continuous passive motion. A podiatric overview", Journal Foot Surgery, 26: 1.
- WATSON-JONES, (1978), "Aderências, rigidez articular e ossificação traumática", Fraturas, Traumatismos das Articulações, vol. 1, cap. 4, 1978, 5a. edição.