

# A importância da atividade física durante o período de imobilização.

Melo AC, López RA<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade de Brasília- UnB.

**Melo AC, López RA (2005). A importância da atividade física durante o período de imobilização. *Motricidade 1 (2): pp-pp. 134-141***

## RESUMO

A imobilização prolongada no leito pode ocasionar graves complicações nos diferentes sistemas do organismo humano como a redução na massa magra, aumento na massa gorda, aumento da frequência cardíaca de repouso, induz a perda óssea, reduz o fluxo sanguíneo para os tecidos, favorece o aparecimento de encurtamentos musculares e contraturas, aumenta a creatinina sanguínea, reduz o VO<sub>2</sub>, predispõe aos quadros depressivos alterações do sono, bem como a irritabilidade. Por outro lado a realização de um programa de atividade física durante o período de imobilização mantém a força muscular, mantém inclusive podendo aumentar a massa magra, reduz a massa gorda, estabiliza a frequência cardíaca de repouso, previne as reduções volumétricas, mantém o VO<sub>2</sub>, reduz as alterações nos estados de humor e melhora o estado físico geral, favorecendo o processo de reabilitação. **Palavras chave:** imobilização, atividade física terapêutica, atividade física.

data de submissão: 01-04-2005

data de aceitação: 22-04-2005

**The importance of the physical activity during the bed rest.**

The bed rest can cause serious complications in different systems of the human organism as the reduction in the lean mass, increase in the fat mass, increase of the cardiac frequency of rest, induces the bone loss, reduces the sanguineous flow for muscles, favors the appearance of muscular shortenings, increase the sanguineous creatinine, reduce the VO<sub>2</sub>, premake use to the depression, alterations of sleep, as well as irritability. On the other hand the accomplishment of one programs of physical activity during the period of immobilization keeps the muscular force, also keeps being able to increase the lean mass, reduces the fat mass, stabilizes the cardiac frequency of rest, prevents the sanguineous volumetric reductions, keeps the VO<sub>2</sub>, reduces the alterations in the states of mood and improves the general physical state, favoring the whitewashing process.

**Key Words:** immobilization, bed rest, therapeutical physical activity, physical activity.

## INTRODUÇÃO

A atividade física pode ser considerada um eficaz medicamento na prevenção de doenças e no tratamento de diferentes patológicas, havendo uma drástica ou total redução da atividade física pode ocasionar alterações e complicações nos diferentes sistemas do corpo humano<sup>[36]</sup>.

As alterações geradas durante o período de imobilização podem inclusive reduzir a capacidade de realização de exercícios, devido à redução de força muscular. Esta redução da capacidade de realização de exercícios poderá influenciar negativamente no retorno para as atividades do trabalho e da vida diária.

Desde a década de 40 as complicações no organismo humanas ocasionadas pela imobilização vêm sendo relatadas e estudadas<sup>[36]</sup>, com objetivo de uma melhor identificação dos efeitos lesivos de uma imobilização prolongada.

Algumas das complicações da imobilização se instalam mais rapidamente, como a perda de massa muscular, outras só poderão ser detectadas por meio de exames como, por exemplo, as alterações metabólicas e a perda de massa óssea<sup>[31]</sup>. As complicações decorrentes de uma imobilização prolongada poderão se estender inclusive para o campo psico-social, ocasionando a perda da estabilidade emocional, dentre outras<sup>[36]</sup>. Minimizar as perdas e complicações ocasionadas pela imobilização prolongada no leito tem sido um grande desafio para os profissionais que atuam diretamente com o paciente, procurando identificar um método seguro e efetivo para manter e restaurar a capacidade física dos pacientes durante e após uma grande restrição de atividade física associada ao repouso no leito.

Atualmente não existe consenso se todos os efeitos lesivos ocasionados pela imobilização prolongada no leito sobre os diferentes tecidos poderão ser totalmente revertidos durante a reabilitação<sup>[21]</sup>, podendo esta observação justificar ainda mais a utilização de programas de atividade física regular durante o período de imobilização prolongada. A aplicação adequada de atividade física para manter a resistência muscular, capacidade aeróbia, flexibilidade, vem sendo utilizadas durante o período de imobilização na tentativa de minimizar os efeitos da imobilização prolongada<sup>[3, 12, 32, 34, 36, 49, 52]</sup>. As alterações conhecidas das respostas fisiológicas e cognitivas durante o período de imobilização vêm fornecendo informações preciosas para o planejamento e desenvolvimento de programas de atividade física a serem realizados durante o período

de imobilização, bem como para programas de reabilitação efetivos. Torna-se importante à utilização de atividade física durante o período de imobilização prolongada, baseado em dados como fato de que a recuperação da atrofia muscular causada pela imobilização necessitará de um período de tempo muito superior ao tempo necessário para causar esta atrofia<sup>[30]</sup>.

Por este motivo, este texto apresenta as complicações da imobilização nos diferentes sistemas do corpo humano, bem como os benefícios trazidos por um programa de atividade física regular durante o período de imobilização no leito.

## SISTEMA METABÓLICO

As alterações ocorridas no sistema metabólico decorrente de um período prolongada de imobilização abrangem desde a absorção de cálcio nos ossos, alterações hemodinâmicas como a redução de sódio, nitrogênio e potássio, bem mudanças hormonais ocasionando alteração do metabolismo basal<sup>[36]</sup>.

O Balanço negativo do cálcio é decorrente da redução da absorção e aumento da excreção fecal do cálcio durante a imobilização prolongada<sup>[13, 31, 36, 37, 51]</sup>. O aumento do cálcio e fosfato sanguíneo durante a imobilização ocasiona uma redução da vitamina D<sup>[51]</sup>. Estudos<sup>[13, 24]</sup> demonstram que a microgravidade induz a uma significativa e progressiva perda óssea tanto em homens quanto em animais enfatizando que uma imobilização no leito por 30 semanas em média ocasiona uma perda na massa óssea de 25 a 45%. Esta informação é completada quando verificado<sup>[37]</sup> que 30 semanas de imobilização podem ocasionar uma perda de 4.2% de todo o cálcio corporal. A perda de massa óssea ocorre devido a diferentes fatores como o aumento da atividade osteoclastica, aumento da excreção urinária de hidroxiprolina e o aumento da excreção de cálcio, que apresenta seu pico em torno de 16 semanas de imobilização no leito<sup>[36]</sup>.

Um dos primeiros estudos que avaliaram as alterações metabólicas e fisiológicas decorrentes da imobilização<sup>[11]</sup> observou que durante seis semanas de imobilização houve uma redução média de 6,9% no ritmo do metabolismo basal. Sabe-se que quanto mais abruptamente a atividade muscular for restringida em sujeitos ativos, as alterações bioquímicas e hemodinâmicas como a atividade de renina, cortisol, aldosterona e sódio plasmático, aumento do hematocrito, concentração de hemoglobina, sódio e aldosterona urinária serão alterados de forma negativa<sup>[9, 54, 55]</sup>.

A redução repentina de atividade física ocasiona também um aumento nos batimentos cardíacos por minuto e na pressão arterial, além de uma redução significativa de volume plasmático e balanço hídrico sendo todos estes efeitos negativos detectados em apenas sete dias de imobilização no leito e que a ingesta diária de suplementação de fluídos e sal pode minimizar estas alterações <sup>(9, 54, 55)</sup>. A imobilização provoca em um indivíduo sadio uma perda de nitrogênio que pode alcançar o valor de 2g/dia por dia de imobilização, havendo a possibilidade desta taxa aumentar se houver o prolongamento da imobilização. Esta perda geralmente é iniciada no 5º dia de imobilização, alcançando seu pico na segunda semana de imobilização <sup>(15, 36)</sup>. A creatinina urinária também sofre com a imobilização prolongada, sendo notado que em apenas dez dias de imobilização <sup>(51)</sup> a creatinina urinária de jejum aumentou significativamente depois de quatro dias. O pico deste aumento foi alcançado depois do décimo dia, retornando vagarosamente para os valores base ao iniciar a imobilização.

Um curto período de imobilização no leito, apenas três dias <sup>(43)</sup>, o metabolismo pode ser influenciado negativamente, bem como o condicionamento cardiorespiratório e as respostas neurohormonais para o exercício.

O pico de oxigênio pode apresentar durante o período de imobilização no leito uma redução no pico de oxigênio em cerca de 10%, elevação da renina e cortisol plasmáticos, redução no hormônio do crescimento, sendo mais significativos em sujeitos treinados. O nitrato plasmático também sofre alteração durante a imobilização no leito, sendo esta alteração evidente já no após o sexto dia <sup>(29)</sup>. Todos estes resultados demonstram que no sistema metabólico a imobilização prolongada no leito pode ocasionar danos reversíveis como a atrofia muscular ou danos irreversíveis como a insuficiência renal ocasionada pela elevação da pressão arterial e creatinina em imobilizações muito prolongadas.

#### SISTEMA RESPIRATÓRIO

A imobilidade pode ser extremamente prejudicial ao pleno funcionamento do sistema respiratório <sup>(36)</sup>, podendo ocorrer alterações no volume de ar corrente, volume minuto, capacidade respiratória máxima, capacidade vital e capacidade de reserva funcional de 25 a 50% da capacidade habitual. Sendo apontado <sup>(24)</sup> que nos 10 primeiros dias de imobilização no leito pode ocorrer uma redução no padrão basal de oxigênio.

#### SISTEMA CARDIOVASCULAR

Com períodos longos de repouso, há uma diminuição progressiva do volume sanguíneo plasmático, tendo máxima redução em torno do sexto dia, havendo aumento da viscosidade, propiciando a um maior risco de fenômenos tromboembólicos devido a êxtase venosa e a hiperviscosidade sanguínea <sup>(36)</sup>. Outro dado importante que ocorre no sistema circulatório durante a imobilização prolongada é a incapacidade de realizar um retorno venoso adequado, levando ao acúmulo de sangue em membros inferiores, dificultando o enchimento ventricular adequado, podendo ocasionar uma queda na perfusão cerebral de até 16% <sup>(36, 53)</sup>. Em pessoas normais, essa adaptação pode ser perdida após três semanas de completo repouso, sendo restaurada completamente após o 20º a 72º dias após o início da marcha <sup>(53)</sup>.

Apesar da utilização de exercícios durante o período de imobilização no leito pode haver uma redução na vasoconstrição, ocorrendo também uma alteração na rede vascular do músculo em apenas oito semanas de imobilização no leito <sup>(8, 52)</sup>.

O fluxo sanguíneo para a pele também sofre durante uma imobilização prolongada, gerando uma redução de 31% depois de 13 dias de imobilização no leito, sugerindo uma alteração na termoregulação ocasionada pela imobilização <sup>(44)</sup>.

A distensibilidade venosa também é aumentada depois do 23º dia, havendo também uma redução do volume sanguíneo que pode chegar a 13% em uma imobilização no leito mais prolongada sendo associado a uma redução da capacidade circulatória <sup>(18)</sup>.

Uma curta imobilização no leito <sup>(10, 40, 47, 48, 55)</sup> ocasiona o aumento na frequência cardíaca, pressão arterial e uma drástica redução na tolerância ao ortostatismo associada a uma redução no volume plasmático. O desempenho cardiovascular em apenas dois dias de imobilização no leito <sup>(7, 23, 36)</sup> sofre um comprometimento, gerando um aumento da frequência cardíaca de repouso, onde há o acréscimo de um batimento por minuto a cada dois dias, refletindo a diminuição da eficiência cardíaca. Após três semanas de imobilização correspondem a uma redução de 25% no desempenho cardiovascular, sendo necessários de 26 a 72 dias de atividade física contínua para retornar o nível prévio ao repouso, concomitantemente há um aumento da pressão arterial sistólica pelo aumento da resistência periférica, bem como o tempo de ejeção sistólica absoluto e de diástole é encurtado, diminuindo o volume sistólico <sup>(36)</sup>, ocasionando uma redução de 9% no VO<sub>2</sub> Max. <sup>(7)</sup>.

## Atividade física e imobilização.

Melo AC, López RA.

Não apenas a imobilização no leito pode ocasionar reduções no desempenho cardiovascular, a imobilização de apenas um membro inferior pode ocasionar um aumento nos valores de consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbico, ventilação pulmonar e frequência cardíaca em exercícios com a perna hipotrofiada<sup>(2)</sup>.

O período de imobilização no leito pode ser extremamente prejudicial<sup>(7)</sup>, pois apenas duas semanas de imobilização no leito evidenciou uma redução nos resultados dos testes físicos e funcionais, sendo necessário 12 semanas de reabilitação para retornar aos valores dos testes realizados antes da imobilização.

### SISTEMA OSTEOMUSCULAR

Durante o período de imobilização prolongado o sistema osteomuscular é um dos sistemas mais acometido, ocasionando freqüentemente complicações que poderão ocasionar déficits funcionais, influenciando diretamente na qualidade das transferências, posicionamento no leito e em cadeira de rodas, dificultando também as atividades de vida diária e profissional, podendo resultar em dificuldade e/ou até impossibilidade para a marcha<sup>(36)</sup>.

A imobilização prolongada gera alterações musculares como a redução do nível de glicogênio e ATP, redução significativa no glut-4<sup>(46)</sup>, redução da endurance; atrofia das fibras musculares do tipo I e II, redução do volume total, na área de seção transversal e da capacidade oxidativa do músculo<sup>(1, 14, 35, 36)</sup>.

A redução da síntese protéica, que também é uma das alterações sofridas pelo músculo durante a imobilização, pode ser observada já na sexta hora de imobilização<sup>(5)</sup>, sendo esta provavelmente a primeira causa de atrofia muscular, que pode chegar a 10% por semana, alcançando em 14 dias de imobilização no leito uma redução de até 46% da síntese de proteína muscular<sup>(15, 16, 45)</sup>.

O tecido articular sobre com a imobilização prolongada, que acarreta neste tecido uma atrofia da cartilagem com desorganização celular nas inserções ligamentares, proliferação do tecido fibrogorduroso e conseqüentemente leva ao espessamento da sinóvia, ocasionando uma fibrose capsular<sup>(36)</sup>, pois a adequada nutrição e lubrificação da cartilagem necessitam de movimento, favorecendo assim a circulação dos nutrientes<sup>(36)</sup>. As articulações de maneira geral sofrem uma redução na amplitude de movimento sofre uma redução de até 3.8° por semana durante uma imobilização no leito, podendo alcançar uma redução de 61.1° no

membro inferior ao final da 32ª semana de imobilização<sup>(50)</sup>.

### SISTEMA GASTRINTESTINAL

O sistema gastrointestinal pode ser amplamente afetado pela falta de movimento e estimulação que ocorrem durante uma imobilização prolongada, provocando alterações em todo o trato gastrointestinal como: falta de apetite, constipação, explicadas fisiologicamente pelo aumento da inibição adrenérgica, diminuindo o peristaltismo e provocando a contração esfíncteriana, agravados pela baixa ingestão de líquidos<sup>(36)</sup>.

### ALTERAÇÕES PSICOLÓGICAS

Diferentes alterações psicológicas e em diferentes níveis podem ocorrer durante uma imobilização prolongada no leito, tanto pela ausência de movimento, como pelo confinamento na cama, isolamento familiar e quebra da rotina diária. As alterações mais comuns são a ansiedade, depressão, insônia, agitação, irritabilidade, desorientação temporoespacial, diminuição da concentração, incoordenação e diminuição da tolerância à dor são indicados por diferentes autores<sup>(25, 26, 28, 36)</sup>. As alterações no sono também podem ocorrer em 20 dias de imobilização no leito, gerando diferenças significativas nas medidas dos estágios do sono II, no movimento rápido dos olhos (REM) e no período total de sono<sup>(41)</sup>. O tempo de latência do sono também sofre alterações durante a imobilização no leito, sendo aumentado em um período de 17 dias<sup>(34)</sup>.

### BENEFÍCIO DA ATIVIDADE FÍSICA

Os benefícios da utilização de um programa de atividade física regular como medida preventiva e até curativa em uma variedade grande enfermidades<sup>(19, 20, 36, 38, 39, 42, 52)</sup>, revelando ser uma estratégia importante na prevenção e tratamento destas enfermidades.

As contra indicações para participar de um programa de atividade física são poucas<sup>(6)</sup>, como a trombose venosa profunda e cardiopatias graves, sendo as demais enfermidades como, por exemplo, a diabetes ou hipertensão arterial são consideradas contra indicações relativas.

Como durante a imobilização a perda de força muscular é um das perdas mais evidentes, a realização de exercícios para ganho de força muscular com aumento progressivo da carga, sempre respeitando a capacidade individual de cada

paciente, um grande aliado que poderá inclusive prevenir a osteopenia e a osteoporose pela tensão tendinosa recebida pelo osso no momento da realização do exercício <sup>(3, 12, 36, 49)</sup>.

A utilização de um programa de atividade física regular durante o período de imobilização no leito deve ser incentivado, pois a fraqueza muscular por desuso é relativamente simples de se prevenir através de contrações musculares diárias de 20 a 30% da tensão máxima por vários segundos associados a uma contração de 50% do máximo por um segundo, podendo este esquema também deve ser aplicado para segmentos corpóreos com imobilização gessada <sup>(36)</sup>.

A redução da síntese protéica durante o período de imobilização no leito pode ser minimizada pela utilização exercícios de resistência <sup>(45)</sup>. A realização de exercícios durante o período de imobilização ocasionou nos pacientes um aumento de 30% no glut-4, quando comparado a valores antes do período de imobilização <sup>(46)</sup>.

Para a prevenção das reduções volumétricas a realização de exercícios isométrica é mais eficientes, assim como os exercícios submáximos, que induzem o ganho de líquido nas proteínas plasmática, auxiliando na estabilização volumétrica <sup>(36)</sup>.

A importância da realização de atividades físicas regulares durante o período de imobilização, extrapola apenas os benefícios físicos, auxiliando também na redução das alterações no estado de humor, depressão e neuroses <sup>(25)</sup>.

A realização de um programa de atividade física durante o período de imobilização pode favorecer a manutenção e até o ganho de massa muscular, melhora da composição corporal, melhora nos valores de VO<sub>2</sub> absoluto e relativo, melhora do estado físico geral e da qualidade de vida, redução da frequência cardíaca de repouso e redução da dor <sup>(32, 33, 34)</sup>.

A importância da realização de atividades físicas regulares durante o período de imobilização, extrapola apenas os benefícios físicos, auxiliando também na redução das alterações no estado de humor, depressão e neuroses <sup>(25)</sup>.

Além de a atividade física regular, o Jogo e o lazer devem ser utilizadas para manutenção dos níveis de humor, disposições, percepção positiva da situação, adaptação a situações estressante e estabilização das neuroses existentes, contribuindo positivamente para a saúde mental dos sujeitos <sup>(25, 26, 27)</sup>.

## CONCLUSÕES

A imobilização no leito necessita de cuidados preventivos na tentativa de minimizar ou até evitar o aparecimento das complicações advindas da imobilização no leito, inclusive podendo minimizar o tempo de internação e de reabilitação.

A utilização de um programa de atividade física durante o período de imobilização se torna parte destes cuidados preventivos, podendo minimizar a prevenir a instalação das complicações. Além dos benefícios físicos e psicológicos alcançados durante o período de imobilização, a atividade física iniciada neste período pode favorecer o processo de reabilitação. O conhecimento das complicações de uma imobilização prolongada no leito e dos benefícios da prática de atividade física pode influenciar positivamente nas condutas dos profissionais de saúde, em especial o professor de educação física que atuará com atividade física adequada a cada indivíduo, na tentativa de minimizar os efeitos lesivos da imobilização prolongado no leito.

## CORRESPONDÊNCIA:

Ana Cláudia Raposo de Melo  
QSD 43 casa 04 – Taguatinga Sul-  
Distrito Federal. Cep: 72020-430  
Brasil

**REFERÊNCIAS**

1. Appell, H. J. 1990. Muscular atrophy following immobilization. A review. *Sports med*, 10 (1):42-58.
2. Barros Neto, T. L.; Cezar M. C.; Barros A. L. B. L.; Russo, A. K. (2000). Respostas cardiorespiratórias ao exercício em indivíduos portadores de hipotrofia por imobilização. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 8 (1): 35-42.
3. Biolo, G.; Maggi, S. P.; Williams, D and Wolf, R. R. (1995). Increased rates of muscle protein turnover and amino acid transport following resistance exercise in humans. *Am. J. physiol.* 268 (end. Metab. 31) : E514-E520.
5. Booth, f. W. 1978. Regrowth of atrophied skeletal muscle in adult rats after ending immobilization. *J appl physio*, 44, (2):225-2230.
6. Brennan, M. J.; Miller, L. T. (1998). Overview of treatment options and review of current role and use of compression garments, intermittent pumps, and exercise in the management of lymph edema. *Câncer*, 83(12):2821-27.
7. Convertino, V. A.; Stremel, R. W.; Bernauer, E.M and Greenleaf, J. E. Cardio respiratory responses to exercise after bed rest in men and women. *Acta astronautica*, 4 (7-8):895-905
8. Crandall, C. G.; Johnson, J. M.; Convertino, V. A.; Raven, P. B and Engelke, K. A. (1994). Altered thermoregulatory responses after 15 days of head-down tilt. *J. Appl. Physiol.* 77: 1863-1867.
9. Custaud, M. A, Arnaud, S. B; Monk, T. H; Ckaystrat, B; Gharub, C. and Gauquelin-Koch, G. (2003). Hormonal changes during 17 days of head-down bed rest. *Life sciences* 72 (9): 1001-1014.
10. Custaud, M. A; Souza Neto, E. P; Abry, P; Flandrin, P; Millet, C; Duvareille, M; Fortrat, J. O; Gharib, C. (2002). Orthostatic tolerance and spontaneous baroreflex sensitivity in men versus women after 7 days of head-down bed rest. *Autonomic neuroscience*, 100 (1-2): 66-76.
11. Deitrick, J. E; Whedon, G. D; Shorr, E. (1948). Effects of immobilization upon various metabolic and physiologic functions of normal men. *Am J. Med.* 4: 3-36.
12. DeRoshia, C. W; Greenleaf, J. E. 1993. Performance and mood-state parameters during 30-day 6° head-down bed rest with exercise training. *Aviate Space Environ Med.* 64: 522-527.
13. Donaldson, C. I; Hulley, S. B; Vogel, J. M; Hattner, R. S; Bayers, J. H and McMillian, D. E; Donaldson, C. I. (1970). Effect of prolonged bed rest on bone mineral. *Metabolism*, 19(12) : 1071-1084.
14. Edgerton, V. R; Zhou, M. Y; Ohire, Y; Kligaard. H; Bell, G; Harris, B; Saltin, B; Gollnick, P. D; Roy, R. R; Day, M. M. and Greenisen, M. (1995). Human fiber size and enzymatic properties after 5 and 11 days of space flight. *J. Appl. Physiol.* 78: 1733-1739.
15. Ferrando, A. A, Lane, H. W; Stuart, C.A and Wolfe, A. A. (1996). Prolonged bed rest decreases skeletal muscle and whole body protein synthesis. *Am. J. Physiol.* 270 (33): E627-E633.
16. Ferrando, A. A; Tipton, K.D; Bamman, M.M; Wolfel, R. R. (1997). Resistance exercise maintains skeletal muscle protein synthesis during bed rest. *J. Appl. Physiol.* Vol. 82 (3): 807-810.
17. Ferreti, G; Hans, E. B; Minetti, A. E; Moial, C; Rampichini, S. and Narici, M. V. (2001). Maximal instantaneous muscular power after prolonged bed rest in humans. *J. appl. Physiol.* Vol. 90 (2): 431-435.
18. Francis, L; Schrioff, P. and Guell, A.(1997). Control of breathing , circulation and temperature. Changes in leg vein filling and emptying characteristic and leg volumes during long-term head-down bed rest. *J. appl. Physiol.* Vol 82 (6) : 1726-1733.
19. Friendenreich, C. M.; Courneya, K. S. (1996). Exercise as rehabilitation for cancer patients. *Clin j. Sport med.*, 6(4): 237-44.
20. Graydon , je; bubela, n. Irvine, d; vicient I. (1995) Fatigue-reducing strategies used by patiente receiving treatment for cancer. *Cancer nursing*, 18(1): 23-28.
21. Harrelson, g.l. (1998) physiologic factors of rehabilitation. In: *Andrews, Jr, harrelson gl, wilk ke. Physical rehabilitation of injured athlete.* Philadelphia, w.b. Saunders Company:13-37
22. Haruna Y; Kawakubo R Yanagibori R; Gunji A. (1994). Decremental reset in basal metabolism during 20-days bed rest. *Acta physiol scand.* 150 (suppl. 616), 43-49.
23. Hirayanagi K. (2004). Autonomic cardiovascular changes during and after 14 days of head-down bed rest. *Autonomic neuroscience* 110 (2) :121-128.
24. Inoue, M; Tanaka, H; Moriwake, T; Oka, M. and Seino, Y. (2000). Altered biochemical markers of bone turnover in humans during 120 days of bed rest. *Bone*, 26(3) :281-286

25. Ishizaki, Y; Ishizaki, T; Fukuoka, H; Kim, C. S, Fujita, M; Maegawa, Y; Fujioka, H; Katsura, T; Suzuki, Y. and Gunji, A. (2002). Changes in mood status and neurotic levels during a 20-day bed rest. *Acta astronautica*, 50 (7): 453-459.
26. Ishizake, Y; Fukuoka, H; Ishizaki, T; Tanaka, H. and Ishitobi, H. Changes in mood status and neurotic levels during a 20-day bed rest. Ishizaki Y. (2003). Interpersonal relationships in isolation and confinement: long-term bed rest in head-down tilt position. *Acta astronautica* 43:3-6.
27. Ishizake, Y; Fukuoka, H; Ishizaki, T; Tanaka, H. and Ishitobi, H. (2004). The implementation of game in a 20-day head-down tilting bed rest experiment upon mood status and neurotic levels of rest subjects. *Acta astronautica* 55 (11): 945-952.
28. Ishizaki, Y; Fukuoka, H; Katsura, T; Nishimura, Y; Kiriya, M; Higurashi, M; Suzuki, Y; Kawakubo, K; Gunji, A. (1994). Psychological effects of bed rest in Young healthy subjects. *Acta physiol scand.* 150 (suppl. 616): 83-87.
29. Kamiya, A; Iwase, S; Michikami, D; Fu, Q; Mano, T; Kitaichi, K. ange Takagi, K. (2000). Increased vasomotor sympathetic nerve activity and decreased plasma nitric oxide release after head-down bed rest in humans: disappearance of correlation between vasoconstrictor and vasodilator. *Neuroscience Letters*, 281 (1): 21-24.
30. Kannus, P; Jozsal, I.; Jarvinen, T. L; Kvist, M; Vienot, T; Jarvinen, H. A; Natria, A; Jarvinen, M. (1998). Free mobilization and low-to-high-intensity exercise in immobilization-induced muscle atrophy. *J appl physiol*, 84(4):1418-1424.
31. LeBlanc A; Schneider V; Spector E; Evans H; Rowe R; Lane H; Demers L; Lipton A. (1995). Calcium absorption endogenous excretion and endocrine changes during and after long-term bed rest. *Bone* 16 (4) :3015-3045.
32. Melo, A. C. R. & Lopes, R. F. A. (2002). *Avaliação do programam de ginástica especial mediante a variação da frequência cardíaca em pacientes internados em enfermaria ortopédica.* Ver. Brás. Ciên. Mov., 10(4) :71-76.
33. Melo, A. C. R. & Lopes, R. F. A. (2004). Efeitos da atividade física na redução dos efeitos do imobilismo. Estudo de Caso. *Revista digital Lecturas em educacion fisica y deportes.* Buenos Aires, 10(68).
34. Melo, A. C. R. & Lopes, R. F. A. (2004). Exercício físico em pacientes imobilizados. *Revista digital Lecturas em educacion fisica y deportes.* Buenos Aires, Maio. (68):1-7.
35. Ohira, Y; Yoshinaga, O. U; Ohara T; Nonaka, L; Yoshioka T, Goto Y. K; Shenkman, B. S; Lozlovskaya, I. B; Roy, R. R and Edgeerto, V. R. (1999). Monuclear domain and myosin phenotype in human soleus after bed rest with or without loading. *J. Appl. Physiol.*, 87: 1776-1785.
36. Oliveira, M.S.C.M.; Haddad, E. S.; Koyama, R. C. C. (1999). Síndrome da Imobilização. In: Greve, J. M. G. G.; Amatuzzi, M; M. (ed.) *Medicina de Reabilitação Aplicada à ortopedia e traumatologia.* Pag. 381-398. Editora Roca. São Paulo.
37. Pedersen, B. J; Schlemmer A; Hassager C and Christiansen c. (1995). Changes in the carboxyl-terminal propertied of type I procollagen and other markers of bone formation upon five days of bed rest. *Bone*, 17(1) :91-95.
38. Price, J; Purtell, J.R. (1997). Prevention and treatment of lymphedema after breast cancer. *Am j knurs.* 97 (9):34-37.
39. Receai, D; Da V. (2001) Efeitos, aplicações e resultados da terapia por exercícios em *oncologia: uma revisão de literatura.* Reabilitar, 1133-40.
40. Samel, A; Wegmann; H N ; Vejvoda M. (1993). Response of the circadian system to 6° head-down tilt bed rest. *Aviate Space Environ Med.* 64: 50-54.
41. Sato R; Maeda J. (2000). *Changes in the sleep during prolonged bed resist in healthy Young men.* 3(20):29-32.
42. Segar, M. L; Roth, R. S; Garcia, A. W; Portner, T. I; Clickman, S. G; Haslanger, S; Wilkins, E. G. (1998). The effects of aerobic exercise on self-esteem and depressive and anxiety symptoms among breast cancer survivors. *Oncol nurs forum*, 25 (1):107-13.
43. Smorawiski, J; Nazar, K; Usciilko, H. K; Kamiska, E; Cybulski, G; Kodrzycka, A; Bicz, B and Greenleaf, J. E. (2001). Effects of 3-day bed rest on physiological responses to graded exercise in athletes and sedentary men. *J Appl. Physiol* 91; 249-257.
44. Stuart, M; Lee, C; Williams, W. J and Schneider, S. M. (2002). Role of skin blood flow and sweating rate in exercise thermoregulation after bed rest. *J. Appl. Physiol.* 92 (5):2016-2034.
45. Suzuki, Y; Murakami, T; Haruna, K; Kawadubo, S; Goto, Y; Makita, S; Ikawa, S. and Gunji, A. (1994). Effects of 0 and 20 days bed rest on

## Atividade física e imobilização.

Melo AC, López RA.

leg muscle mass and strength in Young subjects. *Acta physiolo. Scand. Suppl.*: 5-19.

46.Tabata, I; Suzuki, Y; Fukunaga, T; Yokozeki, T; Akima, H; and Funato, K. (1999). Resistance training affects GLUT-4 content in skeletal muscle of humans after 19 days of head-down bed rest. *J Appl. Physiol.* 86(3): 909-914.

47.Takenala, K; Suzuki, Y; Uno, K; Sato, M; Komuro, T; Haruna, Y. (2002). Effects of rapid saline infusion on orthostatic intolerance and autonomic tone after 20 days bed rest. *The American journal of cardiology*, 89 (5): 557-561.

48.Traon, A. P. L; Maillet, A; Clausen, P. V; Custaud, M. A; Alferova, I; Gharib, C. and Fortrat, J. O. (2001). Clinical effects of thigh cuffs during a 7 days 6° head-down bed rest. *Acta astronautica*, 49 (3-10) :145-151.

49.Trooster, T; Gosselink, R and Decramer, M. (2002). *Desconditioning, and principles of training*. Clinical exercise testing, 32:60-77.

50.Trudel G; Uhthoff H K; Brown M. (1999). Extent and direction of joint motion limitation after prolonged immobility: an experimental study in the rat. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 80 (12): 1542-1547.

51.Van der Wiel, H. E; Lips, P; Nauta, J; Netelenbos, J. C; Hazenberg, G. J. (1991). Biochemical parameters of bone turnover during ten days of bed rest and subsequent mobilization. *Bone and mineral* 13 (2):123-129.

52.Watenpaugh, D. E; Ballard, R. E; Schneider, S. M; Stuart, M. C; Lee, A. C; Ertl, J. M; William, M; Bodal, W. L; Hutchinson, J. and Hargens, A. R. (2000). Supine lower body negative pressure exercise during bed rest maintains upright exercise capacity. *J Appl.Physiol.*,89 (1): 218-227.

53.Zhang, R; Zuckerman, J. H; Pawelczyk, J. A. And Levine, B. D. (1997). Effects of head-down-tilt bed rest on cerebral hemodynamic during orthostatic stress. *J Appl.Physiol.* 83 (6): 2139-2145.

54.Zorbas, Y. G; Kakurin, J; Afonin, B; Yarullin, V. L. (2002). Biochemical and hemodynamic changes in normal subjects during acute and rigorous bed rest and ambulation. *Acta astronautica*, 50 (11):713-720.

55.Zorbas, Y. G; Ivanov, A. A; Madvedev, S. N. and Kakurin, A. G. (1999). Physiological effects of acute and ordinary bed rest conditions on endurance-trained volunteers. *Acta astronautica*, 45 (3) :171-176.