

O movimento de passar de sentado para de pé em idosos: implicações para o treinamento funcional

The sit-to-stand movement in elderly people: implications for functional training

Fátima Goulart, Ph.D¹, Carolina Mitre Chaves², Márcia L. D. Chagas e Vallone², Juliana Azevedo Carvalho³, Kátia Regina Saiki³

RESUMO

O movimento de passar de sentado para de pé (ST-DP) é de grande importância no dia a dia das pessoas. Dificuldades na realização deste movimento podem ocorrer no idoso em decorrência de fatores intrínsecos ou extrínsecos, limitando a sua participação em atividades cotidianas. O objetivo da presente revisão foi caracterizar o movimento de ST-DP, identificar as limitações no idoso que interferem na sua habilidade de executar esse movimento e discutir como tais limitações podem ser minimizadas através do tratamento fisioterapêutico. O movimento de ST-DP é gerado por um momento de inércia horizontal e outro vertical e ressalta-se a ativação dos músculos tibial anterior, sóleo, gastrocnêmio, quadríceps, isquiotibiais, glúteo máximo, abdominais, paravertebral lombar, trapézio e esternocleidomastóideo durante a realização do mesmo. Fatores relacionados à dificuldade de passar de ST-DP em idosos incluem fatores fisiológicos, ambientais e a posição inicial de segmentos corporais. O tratamento fisioterapêutico deve abordar o ganho de força muscular, o alongamento da musculatura específica e a manutenção das amplitudes articulares para otimizar a performance desse movimento em idosos. Além disso, a adoção de determinadas medidas como a modificação da altura do assento, a presença de apoio para os braços e o posicionamento adequado dos pés podem facilitar a habilidade do idoso em realizar a tarefa de ST-DP. O treinamento funcional específico pode melhorar a performance motora e promover maior independência em indivíduos nesta faixa etária. ACTA FISIÁTRICA 10(3): 138-143, 2003

PALAVRAS-CHAVE

Movimento. Idoso. Reabilitação.

SUMMARY

The sit-to-stand (STS) movement is an important activity in daily living of most persons. Difficulties to execute this movement may occur in elderly people due to intrinsic or extrinsic factors, yielding limitations to their daily living activities. This review aims to characterize the STS movement, to identify limitations that interfere on the ability of elderly people to execute this movement, and to discuss how such limitations can be minimized by Physical Therapy. The STS movement is generated by a horizontal and vertical inertial moment. Activation of tibialis anterior, soleus, gastrocnemius, quadriceps, hamstrings, gluteus maximus, abdominal, lumbar paraspinal, trapezius, and sternocleidomastoid is normally observed during this movement. Factors related to the difficulty to execute the STS movement in elderly people are physiological factors, the initial position of body-parts and the environment. Physical Therapy treatment should emphasize muscle strengthening, specific muscle stretching, and maintenance of joint range of motion in order to optimize the performance of this movement in elderly individuals. In addition, strategies such as modification of seat height, the use of seats with arm rest and adequate positioning of the feet may facilitate the ability of the elderly to perform transition from sitting to standing. Especific functional treatment can also improve motor performance and promote greater independence in these individuals.

KEYWORDS

Movement. Aged. Rehabilitation.

1. Professora Adjunta do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais - Brasil.

2. Mestrandas em Ciências da Reabilitação. Universidade Federal de Minas Gerais.

3. Fisioterapeutas.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:

Prof. Dra. Fátima Goulart
Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Fisioterapia - Unidade Administrativa II - 3º andar
Av. Antonio Carlos, 6627 Campus Universitário - Pampulha

Introdução

A população idosa vem apresentando crescimento significativo nas últimas décadas devido a um progressivo declínio das taxas de mortalidade e fecundidade populacional¹. Estima-se que no período entre 2000 e 2025, os idosos representarão 13,8% da população total¹, e o país terá aproximadamente 34 milhões de pessoas acima de 60 anos². Desta forma, o estudo das habilidades funcionais da população idosa é de grande importância, uma vez que, o seu crescimento resulta no aumento de incapacidades funcionais decorrentes do processo de envelhecimento³.

A avaliação funcional é relevante na prática geriátrica^{4,5}, na medida em que a qualidade de vida do idoso é julgada mais pelo nível de função e independência do que pela presença de limitações específicas⁴. Além disso, permite ao terapeuta e ao paciente, um acompanhamento da evolução do tratamento, refletindo as estratégias que poderão ser utilizadas durante as atividades de vida diária (AVD's)⁵.

Alcançar a posição de pé a partir da posição sentada é um movimento constantemente realizado durante as AVD's⁶, sendo um pré-requisito para a performance independente de outras ações como o caminhar, que requer, principalmente, a habilidade de assumir a posição ortostática^{6,7}. A dificuldade em realizar esse movimento limita a participação dos indivíduos também em atividades cotidianas como levantar da cama, sentar à mesa para alimentação, usar o banheiro e andar de ônibus⁷.

Entre os idosos, a dificuldade de levantar-se é comum^{8,9,10} contribuindo, freqüentemente, para a sua institucionalização^{4,11}. Além disso, alguns estudos demonstraram que a dificuldade na realização do movimento de passar de sentado para de pé (ST-DP) é um importante preditivo de quedas entre a população idosa^{12,13}. As quedas representam uma condição comum associada com diminuição da mobilidade e um aumento no risco de incapacidades decorrentes de lesões físicas e seqüelas psicológicas¹⁴. Além disso, são a maior causa de morbidade, hospitalização e mortalidade entre as pessoas idosas¹³.

Considerando a importância funcional do movimento de ST-DP, pretende-se, através da presente revisão bibliográfica, caracterizar o movimento de ST-DP, identificar as limitações do idoso que interferem na sua habilidade de executar esse movimento e discutir como tais limitações podem ser minimizadas através da intervenção fisioterapêutica.

Metodologia

Foi realizada uma revisão bibliográfica no banco de dados Pubmed, utilizando as palavras chaves "sit-to-stand" and "elderly" e limitando a busca nos últimos 10 anos em idioma inglês. Foram encontrados 21 artigos, porém várias referências encontradas nos mesmos e alguns livros foram incluídos a fim de fornecer subsídios para a realização desta revisão.

Características e fases do movimento de passar de ST-DP

O movimento de passar de ST-DP se caracteriza,

biomecanicamente, pela geração de um momento de inércia horizontal e outro vertical. Inicialmente ocorre um deslocamento anterior do centro de massa do corpo para dentro da superfície de suporte, gerando um impulso na direção do eixo horizontal, através da rotação do tronco em direção ao quadril e dos segmentos da perna em direção ao tornozelo^{6,7}. O movimento horizontal é finalizado com a desaceleração dos segmentos do corpo, mudando a direção do deslocamento da massa corporal para o eixo vertical, o que implica na realização da extensão do quadril, joelho e tornozelo até atingir a posição ortostática⁶.

Estudos prévios analisaram o movimento de passar de ST-DP, descrevendo-o em várias fases^{6,7,9,10,15}. Schenkman et al.⁷, definiram quatro importantes fases para o movimento de levantar-se de uma cadeira e, segundo vários autores^{12,16,17}, esta análise é a classificação utilizada com maior freqüência.

A fase 1 (momento de inércia de flexão) é caracterizada pela flexão de tronco e pelvis resultando em um deslocamento anterior do centro de massa. A primeira atividade muscular parece ser do paravertebral lombar (PL), atuando excentricamente para controlar o movimento do tronco¹⁰. Posteriormente, a ativação do quadríceps (QUA) prepara o levantar e a fase é finalizada com a perda do contato das nádegas com a superfície da cadeira^{10,18,19}. A fase 2 (momento de transferência) inicia com a perda do contato das nádegas com a cadeira e finaliza com a máxima dorsiflexão de tornozelo⁷. Durante esta fase, o centro de massa deve ser mantido dentro da base de suporte enquanto a transição para o movimento de pé é realizada. Isso parece ser acompanhado pela atividade excêntrica do bíceps femoral no joelho e glúteo máximo (GLM) no quadril¹⁰. A atividade muscular dos isquiotibiais (ISQ) ocorre em seqüência imediata a atividade do QUA^{10,18}. O pico de atividade muscular no PL, QUA, ISQ e GLM também ocorre durante esta fase¹⁰ e, devido à grande mudança de estabilidade durante este processo, é necessário que haja constantes ajustes posturais sendo, muitas vezes, recrutada a musculatura do pescoço^{18,20}. A fase 3 (momento de extensão) inicia com a máxima dorsiflexão e finaliza com a extensão terminal de quadril e tronco⁷. A atividade muscular começa a diminuir em amplitude à medida que a posição de pé é alcançada^{10,18}. A fase 4 (momento de estabilização) começa com extensão terminal de quadril e, teoricamente, finaliza quando a estabilidade postural é alcançada em bipedestação⁷.

O movimento de passar de ST-DP foi também caracterizado, neurofisiologicamente, através do estudo da excitabilidade motoneuronal ao longo do movimento²¹. Os resultados de tal estudo permitiram dividir o movimento em duas fases de acordo com as alterações de excitabilidade ocorridas nos motoneurônios do tibial anterior (TA) e sóleo (SOL). A primeira fase foi marcada por um aumento geral de excitabilidade no TA decorrente de estímulos periféricos e centrais, enquanto que no SOL houve uma diminuição da excitabilidade a partir dos estímulos nervosos periféricos. A segunda fase foi caracterizada por um aumento de excitabilidade do SOL aos estímulos descendentes e, no final do movimento, também aos estímulos periféricos. Com respeito ao TA, observou-se uma progressiva diminuição de excitabilidade a partir de ambos os estímulos. Segundo os autores, estas alterações de excitabilidade

entre os motoneurônios do TA e do SOL demonstram a presença de um mecanismo inibitório recíproco entre os dois músculos e sugerem a participação do mecanismo de inibição pré-sináptica no controle da excitabilidade motoneuronal do SOL em bipedestação²¹.

Ajustes posturais e o movimento de ST-DP

Os ajustes posturais podem ser uma reação à perturbação externa, destinada a recuperar o equilíbrio e, neste caso, é chamado de ajuste postural compensatório ou *feedback*²². O ajuste postural antecipatório ou *feedforward* tem a função de minimizar o desequilíbrio provocado pelo movimento focal auto gerado e de manter a estabilidade corporal, sendo realizado cerca de 50 milissegundos antes da ativação dos músculos principais geradores do movimento²³. Gahery²⁴ classificou como ajuste postural preparatório, aquele que se inicia bem antes do movimento principal. A atividade preparatória melhora a eficiência do movimento e direciona os segmentos corporais a uma posição mais adequada para a execução da atividade sem excessivo gasto energético e perda de equilíbrio²⁴. Segundo este autor, a atividade preparatória pode acompanhar o movimento voluntário, ocorrendo ao longo de sua execução²⁴.

A literatura ressalta a ativação dos músculos TA^{12,18}, SOL¹⁸, gastrocnêmio¹², QUA^{12,18,20}, ISQ^{12,18,20}, ABD^{12,18,20}, PL^{10,12,18,20}, trapézio (TRA)^{18,20}, esternocleidomastóideo (ECM)^{12,18} e GLM^{6,10} durante a realização do movimento de passar de ST-DP. O músculo iliopsoas, devido à sua ação no quadril, parece ser ativado no início da flexão de tronco, entretanto, poucos estudos demonstraram sua ação devido à dificuldade em registrar, através da eletromiografia, músculos localizados mais profundamente^{6,10}.

O estudo de Goulart e Valls-Solé²¹ analisou eletromiograficamente vários músculos envolvidos na atividade de ST-DP. O objetivo deste estudo foi identificar os músculos motores primários e os responsáveis pelos ajustes posturais para a realização do movimento. Concluiu-se que, os músculos ativados em um padrão constante e seqüencial em todas as condições definidas no estudo, independente da postura inicial ou estratégia realizada, foram o PL, o QUA e os ISQ, denominados principais geradores do movimento. Por outro lado, os músculos TA, SOL, ABD, ECM e TRA apresentaram alterações significativas na latência e na amplitude da atividade eletromiográfica de acordo com a postura inicial ou estratégia motora utilizada para realização do movimento²¹. Segundo os autores, tais músculos seriam os responsáveis pelo ajuste postural necessário associado ao movimento, sendo o TA o principal responsável pela atividade preparatória²¹.

O movimento de passar de ST-DP e o processo de envelhecimento

As mudanças fisiológicas atribuídas ao aumento da idade não ocorrem ao mesmo tempo ou na mesma extensão em todas as pessoas²⁵. Além disso, diferentes tecidos e sistemas em um mesmo indivíduo apresentam velocidade de envelhecimento variável, sendo as funções mais complexas, aquelas que apresentam maior declínio²⁶. Funções como a perda da mobilidade, a diminuição da força muscular, o aumento no tempo de reação e o déficit de equi-

líbrio representam fatores importantes no grau de dependência e na institucionalização do idoso²⁷. Além das alterações musculoesqueléticas e neuromusculares evidenciam-se alterações nos sistemas visual, auditivo, vestibular e somatossensorial^{25,28}. Tais mudanças afetam a habilidade para o exercício além de aumentar o risco de quedas em torno de 35 a 45%²⁹.

Levantar-se de uma cadeira é uma atividade realizada frequentemente por indivíduos independentes. A dificuldade de passar de ST-DP em indivíduos idosos é comum^{28,30} e requer a utilização de diversas estratégias com o objetivo de facilitar a execução de tal atividade³⁰. Durante o movimento, os idosos enfatizam o aumento da estabilidade postural utilizando os membros superiores como apoio³⁰, aproximando o centro de massa da superfície de suporte através do aumento de flexão de tronco^{31,32} ou aumentando o tempo gasto para a execução do movimento³³. Estas estratégias resultam em aumento do gasto energético nesta população em consequência ao maior recrutamento de unidades motoras^{34,35,36}. Hughes et al.³⁶ descreveram que o momento articular foi 97% da força isométrica disponível na articulação do joelho quando indivíduos idosos se levantaram de uma cadeira de assento baixo em contraste com os jovens que usaram menos de 39% em qualquer altura de cadeira³⁶.

As mudanças que ocorrem com o processo de envelhecimento, como a fraqueza muscular, particularmente do TA, QUA, PL, parecem dificultar a fase 2 ou fase de transferência durante o movimento de ST-DP¹⁰. A adequada ativação do músculo TA é essencial para estabilizar a tibia durante o deslocamento do centro de massa sobre a superfície de suporte^{6,12}. Uma fraqueza do TA pode dificultar a estabilização da tibia, principalmente na fase preparatória prejudicando a realização do movimento de ST-DP em indivíduos idosos¹².

Os músculos PL e QUA devem ser ativados sinergicamente, contra a ação da gravidade gerando uma força suficiente para atingir a posição de pé¹². Uma adequada flexão de quadril, associada à ativação dos músculos extensores, são componentes importantes para realizar o movimento de passar de ST-DP¹². Alguns autores relataram que, em idosos, existe uma diminuição da sobreposição das fases de deslocamento anterior e vertical³¹, o que dificultaria a geração do pico de força muscular dos extensores de joelho³¹.

A musculatura do pescoço é importante no controle da postura e do equilíbrio²⁸. Receptores aferentes localizados na coluna cervical têm um importante efeito na postura da cabeça e, em associação com os reflexos labirínticos, podem produzir mudanças na postura corporal²⁰. Uma significativa alteração na posição da cabeça foi encontrada entre jovens e idosos durante o movimento de passar de ST-DP, no estudo de Ikeda et al.³⁷. Estes autores demonstraram um aumento no ângulo de flexão da cabeça em relação ao chão em indivíduos idosos ao longo do movimento. Não está claro se esta mudança está relacionada à perda de amplitude de movimento, à mudança na estratégia do movimento ou a outros fatores³⁷. A alteração no posicionamento da cabeça pode influenciar a propriocepção cervical e a informação visual, prejudicando, assim, o equilíbrio das pessoas idosas³⁷.

Discussão

O estudo da habilidade de passar de ST-DP em indivíduos idosos permite uma compreensão detalhada do movimento, oferecendo subsídios para a interpretação de possíveis disfunções³⁸ possibilitando uma intervenção fisioterapêutica adequada. A classificação das fases do movimento de passar de ST-DP proposto por Schenkman et al.⁷ pode ajudar os fisioterapeutas a decidir se a dificuldade de levantar-se da cadeira tem origem na incapacidade de deslocar o centro de gravidade anteriormente (fase 1), na dificuldade de controlar o equilíbrio quando o centro de gravidade é deslocado da base de suporte (fase 2) ou na ineficiência da musculatura extensora (fase 3)^{7,37}.

A dificuldade de levantar a partir da posição sentada em indivíduos idosos, pode estar relacionada a fatores fisiológicos^{6,13}, à posição inicial dos segmentos corporais^{6,16,18} e a fatores ambientais^{6,16}. Os fatores fisiológicos, comumente citados na literatura, incluem diminuição da acuidade visual²⁵, da acuidade proprioceptiva³⁹, da força muscular^{9,35,39} e déficit de equilíbrio^{9,39}. Além disto, dores articulares limitando as amplitudes de movimento^{6,9} e doenças neurológicas¹³ são comuns em pessoas idosas. A diminuição da acuidade visual, associada à diminuição da discriminação espacial, à limitação do olhar para cima e à redução da capacidade para seguir os objetos com os olhos dificultam a performance funcional em idosos²⁵. O incentivo ao uso dos membros superiores para aumentar a estabilidade durante a realização do movimento de passar de ST-DP associado à utilização de marcadores visuais e táteis, pode ser incorporados a programas de reabilitação direcionados a esta população.

Alterações relacionando o processo de envelhecimento e o sistema ósteo-musculo-esquelético são evidenciadas através de diminuição no número de fibras musculares, em especial aquelas do tipo II, diminuição na velocidade de condução nervosa, da força muscular e das amplitudes de movimento^{25,28}. O estudo realizado por Schenkman et al.³⁵ analisou a influência da força muscular de membros inferiores e do equilíbrio na performance do movimento de passar de ST-DP em idosos que apresentavam limitação funcional moderada, definida como a dificuldade de descer degrau sem apoio. Os resultados mostraram que a força muscular foi o fator mais significativo para o sucesso da realização do movimento de passar de ST-DP³⁵. Portanto, a diminuição da força muscular parece influenciar diretamente o equilíbrio do idoso durante a atividade de levantar-se de uma cadeira. Enfatizar programas de fortalecimento muscular através de exercícios isotônicos resistidos e repetitivos pode ser uma terapia menos eficiente na reabilitação dos idosos com atrofia muscular⁹. Em muitos casos, seria melhor priorizar o treinamento muscular que envolva a repetição de movimentos específicos, como levantar e sentar em uma cadeira⁹. Se um indivíduo tem dificuldade em manter a ativação da musculatura extensora, o movimento pode ser dividido em etapas solicitando ao sujeito que sustente o corpo em diversos pontos e, conseqüentemente, desenvolva um controle sobre as mudanças das atividades concêntrica e excêntrica dos músculos envolvidos⁶.

Alterações da postura inicial dos membros inferiores^{12,18,31,40}, e

modificações no posicionamento inicial da cabeça²⁰ podem influenciar diretamente a execução do movimento de passar de ST-DP. Fatores como massa corporal, força muscular, uso das mãos, acuidade visual e aptidão geral podem ser responsáveis pelas diferentes posições adotadas pelos membros inferiores com o intuito de gerar uma estratégia de movimento mais efetiva e eficiente. O estudo realizado por Goulart e Valls-Solé¹⁸, identificou uma maior ativação dos músculos ECM, TRA e ABD durante a realização do movimento de passar de ST-DP, quando os sujeitos posicionaram os pés mais afastados da cadeira. Tal posicionamento dificultou a performance da atividade gerando maior gasto energético para a realização da mesma¹⁸. Os idosos tendem a colocar os pés mais anteriormente em comparação aos jovens³¹. O posicionamento dos calcanhares posteriormente à linha vertical da articulação do joelho é um componente essencial a ser considerado durante a prática do movimento de ST-DP^{6,19}. Tal posicionamento permite a contração adequada do músculo TA⁶ e uma melhor estabilidade devido à localização da base de suporte e sua relação com o centro de massa do corpo³¹. Outra possível causa para a dificuldade de posicionar os pés posteriormente seria um encurtamento dos flexores plantares⁶. Neste sentido, torna-se relevante à implementação de programas que envolvam alongamento deste grupo muscular.

O aumento da flexão da cabeça em idosos observado por Ikeda et al.³⁷ e uma ativação possivelmente insuficiente dos músculos do pescoço são fatores que podem provocar perda de mobilidade e instabilidade quando estes indivíduos passam de sentado para de pé. Assim, a manutenção da amplitude articular, estímulo à movimentação e flexibilidade dos músculos do pescoço deve fazer parte da intervenção fisioterapêutica, assim como o treinamento envolvendo componentes de rotação de tronco⁴¹.

Fatores ambientais como a altura³⁸, a inclinação e a profundidade do assento, cadeira que impedem a posteriorização dos pés e cadeira com assento complacente podem dificultar a tarefa de passar de ST-DP, principalmente em idosos⁶. O aumento da altura do assento diminui a força muscular necessária para realizar o movimento de ST-DP e pode ser uma estratégia utilizada em fases iniciais de treinamento. Uma diminuição gradativa da altura do assento pode acompanhar o ganho progressivo de força muscular⁶. A presença de apoio para os braços é uma importante estratégia ambiental para a população idosa. Alguns trabalhos têm discutido a utilização deste apoio com finalidade de ganho de estabilidade^{11,32}, outros com a finalidade de diminuir o torque articular do quadril e joelho quando ocorre a perda de contato com o assento⁴².

Pai et al.⁴³ destacaram que a ênfase nas várias características do movimento como mudanças de velocidade, amplitude, direção e realização do mesmo em contextos variados deve ser uma importante consideração no planejamento das intervenções terapêuticas. Sendo assim, o treinamento do movimento ST-DP em idosos deve incluir alturas, densidades e inclinações de assentos diversas, assim como a utilização ou não dos membros superiores. Alguns autores citam ainda a utilização da estratégia de aumentar a flexão de tronco^{6,34} e a união dos membros superiores anteriormente⁴⁴. Desta forma, os fisioterapeutas podem direcionar o tratamento de problemas específicos, como a diminuição da força muscular, dé-

ficat de equilíbrio e perda de mobilidade, melhorando a habilidade dos indivíduos idosos em executar o movimento de passar de ST-DP com maior independência e segurança.

Existem vários estudos relacionados ao movimento de passar de ST-DP, porém existe pouco conhecimento em relação à performance deste movimento pela população idosa. Faz-se necessário à realização de futuras pesquisas envolvendo o movimento de passar de ST-DP em idosos a fim de se obter mais informações sobre sua fisiologia e suas alterações devido ao processo de envelhecimento, fornecendo assim subsídios teóricos para a prática clínica¹⁶.

Conclusão

A avaliação funcional do movimento de passar de ST-DP tem sido alvo de atenção para os profissionais que lidam com reabilitação. Através da presente revisão foram evidenciadas questões relevantes para a prática clínica dos fisioterapeutas. Fatores intrínsecos do indivíduo no processo de envelhecimento, fatores relacionados à tarefa e fatores ambientais foram apresentados e então, sugeridas respectivas adaptações e treinamento específico para a realização do movimento de ST-DP objetivando a manutenção e a independência do indivíduo idoso.

Referências

- Ramos LR, Veras RP, Kalache A. Envelhecimento populacional: uma realidade brasileira. *Rev Saúde Publica* 1987; 21:211-24.
- Chaimowick F. Os idosos brasileiros no século XXI. Demografia, Saúde e Sociedade. Belo Horizonte: Posgraduate Brasil; 1998.
- Chaimowick F. A saúde dos idosos brasileiros às vésperas do século XXI: problemas, projeções e alternativas. *Rev. Saúde Publica* 1997; 31:184-200.
- Guralnik JM, Branch LG, Cummings SR, Curb JD. Physical performance measures in aging research. *J Gerontol* 1989; 44:141-6.
- Pereira LSM, Magalhães JF, Marques LM, Figueiredo VF. Análise da marcha de uma população de idosos institucionalizados. *Gerontologia* 1999; 7:40-47.
- Carr J, Shepherd R. Standing up and sitting down. In: Carr, J., Shepherd, R. *Neurological Rehabilitation: Optimizing Motor Performance*. Oxford: Butterworth-Heinemann; 1998. p.71-92.
- Schenkman M, Berger RA, Riley PO, Mann RW, Hodge WA. Whole-body movements during rising to standing from sitting. *Phys Ther* 1990; 70:638-51.
- Hughes MA, Schenkman ML. Chair rise strategy in the functionally impaired elderly. *J Rehabil Res Dev* 1996; 33:409-12.
- Kotake T, Dohi N, Kajiwara T, Sumi N, Koyama Y, Miura T. An analysis of sit-to-stand movements. *Arch Phys Med Rehabil* 1993; 74:1095-9.
- Millington PJ, Myklebust BM, Shambes GM. Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons. *Arch Phys Med Rehabil* 1992; 73: 609-17.
- Schultz AB, Alexander NB, Ashton-Miller JA. Biomechanical analyses of rising from a chair. *J Biomech* 1992; 25:1383-91.
- Vander Linden DW, Brunt D, McCulloch MU. Variant and invariant characteristics of the sit-to-stand task in healthy elderly adults. *Arch Phys Med Rehabil* 1994; 75:653-60.
- Cheng PT, Liaw MY, Wong MK, Tang FT, Lee Y, Lin PS. The sit-to-stand movement in stroke patients and correlation with falling. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79:1043-6.
- Means KM, O'Sullivan PS, Rodell DE. Balance, mobility, and falls among elderly african american women. *Am J Phys Med Rehabil* 2000; 79:30-9.
- Nuzik S, Lamb R, Vansant A, Hirt, S. Sit-to-stand movement pattern. A kinematic study. *Phys Ther* 1986; 66:1708-13.
- Janssen WG, Bussmann HB, Stam HJ. Determinants of sit-to-stand movement: a review. *Phys Ther* 2002; 82:866-79.
- Durward BR, Baer GD, Rowe PJ. Movimento Funcional Humano: mensuração e análise. São Paulo. Manole; 2001.
- Goulart FR, Valls-Solé, J. Patterned electromyographic activity in the sit-to-stand movement. *Clin Neurophysiol* 1999; 110:1634-40.
- Khemplani MM, Carr JH, Crosbie WJ. Muscle synergies and joint linkages in the sit-to-stand under two initial foot positions. *Clin Biomech* 1999; 14:236-46.
- Stevens C, Bojsen-Moller F, Soames RW. The influence of inicial posture on the sit-to-stand movement. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1989; 58:687-92.
- Goulart FR, Valls-Solé J. Reciprocal changes of excitability between tibialis anterior and soleus during the sit-to-stand movement. *Exp Brain Res* 2001; 139:391-7.
- Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol* 1986; 55:1369-81.
- Fredli WG, Hallett M, Simon SR. Postural adjustments associated with rapid voluntary arm movements. Electromyographic data. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1984; 47:611-22.
- Gahery Y. Associated movements, postural adjustments and synergie: some comments about the history and significance of three motor concepts. *Arch Ital Biol* 1987; 125:345-60.
- Vandervoort AA. Alterações biológicas e fisiológicas. In: Pickles B, Compton A, Cott C, Simpson J, Vandervoort A. *Fisioterapia na terceira idade*. São Paulo: Santos; 1998. p.67-80.
- Guralnik JM, Branch LG. Physical performance measures in aging research. *J Gerontol* 1989; 44:141-6.
- Macknight C, Rockwood K. Mobility and balance in the elderly. *Postgrad Med* 1996; 99:269-76.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Controle Motor: Teoria e aplicações práticas*. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2003.
- Luukinen H, Koski K, Laippala P, Kivela S. Risk factors for recurrent falls in the elderly in long-term institutional care. *Public Health* 1995;109:57-65.
- Alexander NB, Schults AB, Warwick DN. Rising from a chair: effects of age and functional ability on performance biomechanics. *J Gerontol* 1991; 46:91-8.
- Papa E, Cappelozzo A. Sit-to-stand motor strategies investigated in able-bodied young and elderly subjects. *J Biomech* 2000; 33:1113-22.
- Baer GD, Duward BR. Levantar e sentar. In: Duward BR, Baer GD, Rowe PJ. *Movimento Funcional Humano*. São Paulo: Manole; 2001.

33. Kerr KM, White JA, Barr DA, Mollan RA. Analysis of the sit-to-stand-sit movement cycle in normal subjects. *Clin Biomech* 1997; 12:236-45.
34. Doorenbosch CA, Harlaar J, Roerbroeck ME, Lankhorst GJ. Two strategies of transferring from sit-to stand; the activation of monoarticular and biarticular muscles. *J Biomech* 1994; 27:1299-1307.
35. Schenkman M, Hughes MA, Samsa G, Studenski S. The relative importance of strength and balance in chair rise of functionally impaired older individuals. *J Am Geriatr Soc* 1996; 44:1441-6.
36. Hughes MA, Myers BS, Schenkman ML. The role of strength in rising from a chair in the functionally impaired elderly. *J Biomech* 1996; 29:1509-13.
37. Ikeda ER, Schenkman ML, Riley PO, Hodge, WA. Influence of age on dynamics of rising from a chair. *Phys Ther* 1991; 71:473-81.
38. Schenkman M, Riley PO, Pieper C. Sit to stand from progressively lower seat heights - alterations in angular velocity. *Clin Biomech* 1996; 11:153-8.
39. Lord SR, Murray SM, Chapman K, Munro B, Tiedemann A. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance and psychological status in addition to strength in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2002; 57:539-43.
40. Shepherd RB, Koh HP. Some biomechanical consequences of varying foot placement in sit-to-stand in young women. *Scand J Rehabil Med* 1996; 28:79-88.
41. Baer GD, Ashburn AM. Trunk movements in older subjects during sit-to-stand. *Arch Phys Med Rehabil* 1995; 76:844-9.
42. Burdett RG, Habasevick R, Pisciotto J, Simon SR. Biomechanical comparison of rising from two types of chair. *Phys Ther* 1985; 8:1177-83.
43. Pai YC, Rogers MW. Speed variation and resultant joint torques during sit-to-stand. *Arch Phys Med Rehabil* 1991; 72:881-5.
44. Bjlermo B, Kreuter M. The effect of two different arm positions on body weight distribution when rising from sitting to standing in stroke patients. *Physiother Theory Pract* 2002; 18:33-41.