

## ARTIGO ORIGINAL

### Comparação das estratégias musculares entre dois grupos etários diferentes no movimento de passar de sentado para em pé

### Comparison of muscle strategies between two different age groups in the sitting-to-standing movement

Stella Maris Lins Terena <sup>1</sup>, Mario Augusto Taricco <sup>2</sup>

#### RESUMO

Investigar a ordem de ativação dos músculos tibial anterior (TA), reto femoral (RF), gastrocnêmio medial (GM), bíceps femoral (BF) e paravertebral lombar (PL) no movimento de passar de sentado para em pé comparando dois grupos etários diferentes. Sujeitos: Grupo A: vinte sujeitos com idade entre 25 à 35 anos, saudáveis, e o Grupo B: vinte sujeitos com idade entre 60 à 65 anos, sem patologias neurológicas associadas e sem histórico de quedas nos últimos 6 meses. Intervenções: Ambos os grupos foram solicitados a levantar de uma cadeira, sem apoio de braços ou apoio lombar. O movimento foi realizado em duas situações: com os olhos abertos e com os olhos fechados na maior velocidade que conseguissem. O Teste de Berg, um eletrogoniômetro bidimensional flexível foi usado para marcar o início do movimento articular, no quadril e joelho do mesmo lado. A eletromiografia de superfície foi utilizada para detectar a atividade elétrica dos músculos envolvidos, e o tempo do movimento foi cronometra-

#### ABSTRACT

To investigate the activation sequence of the tibialis anterior muscle (AT), the rectus femoris muscle (RF), the medial gastrocnemius muscle (MG), the biceps femoris muscle, and the paravertebral lumbar muscle (PL) in the movement from sitting to standing position as compared between two different age groups. Subjects: Group A: twenty healthy subjects between 25 and 35 years of age, and Group B: twenty subjects between 60 and 65 years of age with no associated neurological pathologies and no history of falls for the preceding six months. Interventions: Both groups were asked to get up from a chair without arm or lumbar support. The movement was made in two situations: with eyes open and with eyes closed, and at the greatest speed they could manage. The Berg Balance Test, which uses a flexible, biaxial electrogoniometer, was used to mark the starting position of the hip and knee joints on one side. Surface electromyography was used to detect electrical activity of the muscles involved, and the time of the

do. O tempo total do movimento no grupo A foi menor de olhos abertos do que de olhos fechados. O grupo B em relação às duas condições não houve diferença estatística no tempo total da execução da tarefa ( $p < 0,05$ ). A análise de variância de 1 fator foi usada para comparar a ordem de ativação muscular, e os resultados demonstraram que a ordem de ativação foi diferente no grupo A e no grupo B de olhos abertos e semelhante na condição de olhos fechados. O tibial anterior foi o primeiro músculo a ser ativado nos dois grupos e nas duas condições e os demais músculos tiveram ordem de ativação diferente; o tempo total de movimento foi menor no grupo A; a ausência momentânea da visão influenciou mais o grupo A do que o grupo B.

#### PALAVRAS-CHAVE

Grupos Etários, Postura, Movimento, Músculo Esquelético, Eletromiografia

movement was clocked. In group A the total time of movement was less with eyes open than with eyes closed. For group B, the difference in the total task execution time was not statistically significant for the two conditions ( $p < 0.05$ ). The one-way analysis of variance was used to compare the muscle activation sequences, and the results demonstrate that this sequence was different between group A and group B with eyes open and similar with eyes closed. The tibialis anterior was the first muscle to be activated in both groups in both conditions, but the other muscles had a different activation sequence; the total time of movement was less in group A; the momentary absence of vision influenced group A more than group B.

#### KEYWORDS

Age Groups, Posture, Movement, Muscle Skeletal, Electromyography

1 Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Departamento de Neurologia.

2 Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina, Departamento de Neurologia.

#### ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Endereço para correspondência:

Stella Maris Lins Terena

E-mail: [stellamarislins@bol.com.br](mailto:stellamarislins@bol.com.br)

## INTRODUÇÃO

O movimento de passar de sentado para em pé é uma das atividades mais executadas na vida diária de um indivíduo. É um movimento complexo cuja realização é pré-requisito para garantir uma postura em pé e essencial para o início da marcha.<sup>1,2</sup> Este movimento requer a habilidade de controlar o corpo durante o deslocamento do centro de gravidade de uma base de apoio ampla (cadeira) para uma base de apoio menor (em pé), retomando o equilíbrio assim que assumimos a posição ereta.<sup>3</sup>

Esta transferência requer a relação de um momento de impulso e estabilização.<sup>1,4</sup> O impulso (propulsivo) serve para iniciar o movimento de deslocamento de centro de gravidade até a posição em pé e a estabilização serve para frear o movimento e manter o indivíduo na posição ortostática.<sup>5</sup> Alguns fatores, relacionados em diversas pesquisas, são determinantes para a execução deste movimento: a cadeira (peso, apoios de braço e encosto); o sujeito (idade, patologias, força muscular, deformidades) e a velocidade na execução da tarefa, posição dos pés e do tronco, atenção e treinamento.<sup>6-8</sup> Estes fatores foram amplamente estudados, e as pesquisas foram cruciais na identificação de fases que compõem este movimento.

Foram então descritas quatro fases do movimento de sentado para em pé.<sup>7-9</sup> A fase I chamada de momento de flexão, onde a cabeça e o tronco rodam sobre a pelve para frente para deslocar o centro de gravidade anteriormente. Esta fase é finalizada com a perda de contato das nádegas com a cadeira. A fase II é conhecida como momento de transferência, onde o centro de gravidade deve ser mantido dentro da base de apoio e converte-se num deslocamento vertical. A fase III é chamada de momento de extensão, onde o deslocamento do centro de gravidade é vertical e termina com a extensão completa do tronco e membros inferiores. A fase IV, momento de estabilização, finaliza o movimento de sentado para em pé, quando a estabilidade postural é alcançada na posição ortostática.<sup>3,4,6,8,10</sup>

Um grande número de estudos demonstrou que a dificuldade neste movimento é preditivo de quedas na população acima de 60 anos.<sup>4,5</sup> As mudanças atribuídas à idade podem alterar as estratégias usadas pela população acima de 60 anos para realizar este movimento.<sup>4,11,12</sup> Estudar este movimento e identificar suas alterações são importantes para a fisioterapia pois nossa intervenção pode minimizar as limitações e auxiliar na execução deste movimento de forma efetiva durante a reabilitação.

## MÉTODO

### Sujeitos

O grupo A foi formado por vinte sujeitos jovens (17 mulheres e 3 homens) saudáveis de idade entre 25 – 35 anos com uma média de 30,3 (dp 2,49) anos, média de peso de 61,5 (dp 13,45) Kg e média de altura de 1,631 (dp 0,0903)m. Todos os voluntários deste grupo não apresentam patologias associadas, não tomam medicação e realizam atividade física pelo menos 2 vezes por semana.

O grupo B foi formado por vinte sujeitos de idade entre 60 – 65 anos (16 mulheres e 4 homens) com uma média de idade de 62,3 (dp 1,23) anos, média de peso de 62,9 (dp 6,61) Kg e média de

altura de 1,607 (dp 0,0694) m. Deste grupo, 14 são hipertensos, 2 apresentam problemas na tireóide, 4 apresentam artrose em alguma articulação do membro inferior e apenas 1 toma medicação para dormir (Lexotan). Quanto a atividade física, 13 fazem caminhada no mínimo 3 vezes por semana e os outros 7 só andam quando saem de casa.

O critério de inclusão no presente estudo foi não ter histórico de quedas nos últimos seis meses, ter a capacidade de levantar da cadeira sem auxílio e de forma independente, não apresentar deformidades nos pés, e obter pontuação de 50 ou mais pontos no Teste de Berg.

Antes da coleta os participantes foram informados sobre os procedimentos e em seguida assinaram o termo de Consentimento Livre e Esclarecido, seguindo as normas e aprovado pelo Comitê de Ética.

### Procedimentos

Cinco músculos foram avaliados e sua atividade foi captada por um sistema de eletromiografia (EMG) de superfície a cabo de oito canais da marca Myosystem 1400, Noraxon, Inc USA com as seguintes características: filtro passa-banda de 20 a 500 Hz, impedância de entrada: > 10 MΩ, taxa de ruído de: < 1μV RMS, saída USB para computador e amplificação total de 1000 vezes. Os eletrodos foram de superfície, descartáveis, com limpeza do local para a fixação, dispostos no ventre e de acordo com a direção das fibras musculares. Para detectar o início do movimento foi utilizado um goniômetro flexível (NorAngle, Noraxon, Inc USA) bidimensional sobre o eixo da articulação do quadril e do joelho. Estes sistemas foram conectados a um sistema de aquisição dos dados controlado pelo software *Myoresearch* para a aquisição, e o sistema de software *Origin 7.0* para a interpretação dos dados e armazenamento em computador.

O protocolo do experimento consistia em analisar a tarefa de passar de sentado para em pé. A posição inicial foi a postura sentada, sem apoio posterior, com o quadril flexionado cerca de 90°, joelho com 80° de flexão, tornozelo ligeiramente atrás da linha do eixo do joelho e bem apoiados no chão. Os sujeitos estavam descalços. Foi mensurada a atividade dos músculos paravertebral lombar (PL), reto femoral (RF), tibial anterior (TA), gastrocnêmio medial (GM) e bíceps femoral (BF). Os eletrodos foram colocados somente de um lado do corpo, o direito, e o goniômetro também do lado direito no quadril e no joelho. Para a localização da posição dos eletrodos foram utilizados os ventres musculares durante as provas de função muscular. Todos os músculos escolhidos têm uma função direta com o movimento e com a tarefa durante o controle postural.

Depois que os sujeitos foram colocados na posição inicial e os eletrodos já fixados, foram orientados a levantar a partir de um sinal sonoro. Foram feitas 10 repetições com os olhos abertos e em seguida 10 repetições com os olhos fechados. Não houve fadiga muscular durante a realização das repetições. Os sujeitos que utilizavam óculos realizaram a atividade com eles. O intervalo de descanso entre as duas séries (olhos abertos e olhos fechados) foi de 15 minutos. Foi também cronometrado o tempo que os sujeitos levaram para levantar nas duas situações. O cronômetro utilizado foi da marca *Professional Quartz Timer*.

**Estatística**

As variáveis quantitativas contínuas foram comparadas pelo Teste t-student (teste de igualdade de médias). As variáveis qualitativas foram comparadas pelo Teste exato de Fisher (teste de independência), já a comparação entre os quatro grupos para o tempo total da realização do movimento, seqüência de ordem de ativação muscular e percentual da atividade muscular em relação ao tempo total do movimento foi feita pela análise de variância de 1 fator e quando necessário foram comparados dois a dois pelo Teste de Tukey. O nível de significância adotado foi  $p < 0,05$ .

**RESULTADOS**

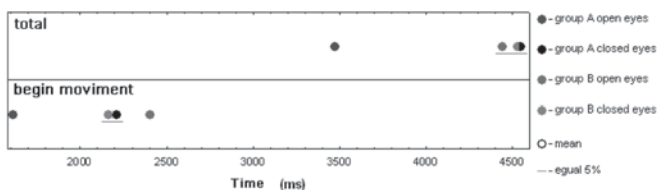
Para o presente estudo foram recrutados vinte sujeitos de 25 à 35 anos (com média de idade de 30,3 dp 2,49 anos) e vinte sujeitos de 60 à 65 anos (com média de idade de 62,3 dp 6,61 anos). As características básicas dos sujeitos estão presentes na Tabela 1.

**Tabela 1**  
 Características dos sujeitos média (Dp).\*

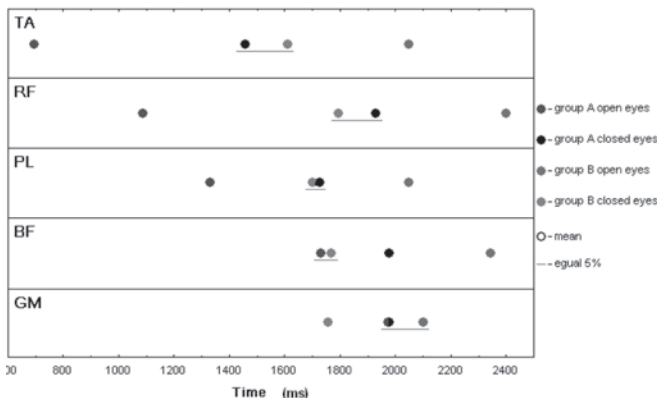
Características	Grupo A n=20	Grupo B n=20
Idade (anos)	30,3 (2,49)	62,6 (1,23)
Peso (Kg)	61,5 (13,45)	62,9 (6,61)
Altura (m)	1,631 (0,0903)	1,607 (0,0694)
IMC	22,9 (3,09)	24,3 (1,63)

\*Dp, desvio padrão

**Tabela 2**  
 Tempo total do movimento em cada grupo.



**Tabela 3**  
 Ordem de ativação de cada músculo nos grupos A e B.



Depois de recrutados os sujeitos foram colocados na posição sentada, e ao sinal sonoro tinham que levantar da cadeira o mais rápido possível. Dez repetições deste movimento foram realizadas,<sup>13</sup> e em seguida repetiram a série com os olhos fechados. O início do movimento foi marcado pelo eletrogoniômetro e a ativação muscular pelo eletromiógrafo com eletrodos de superfície. De acordo com a tabela 2, os resultados encontrados para o tempo total do movimento em cada grupo, que demonstra que o grupo A executou o movimento num tempo menor que o grupo B. Contudo comparando-se o grupo A de olhos abertos e fechados, a ausência momentânea da visão aumentou o tempo da tarefa neste grupo, enquanto que no grupo B não houve diferença estatística ao executarem a tarefa de olhos abertos e fechados.

A tabela 3 demonstra o tempo de cada músculo para iniciar sua atividade eletromiográfica. O músculo tibial anterior foi o primeiro músculo ser ativado nos dois grupos, nas duas condições e antes do eletrogoniômetro marcar o início do movimento. O músculo reto femoral foi no grupo A de olhos abertos o segundo músculo a ser ativado, também antes do início do movimento ser marcado pelo eletrogoniômetro. Quando este grupo realizou o movimento de olhos fechados o reto femoral passou a ser o terceiro músculo ativado sendo precedido pelo paravertebral lombar. Já no grupo B, na condição de olhos abertos, o segundo músculo a ser ativado foi o paravertebral lombar. Na condição de olhos fechados o músculo paravertebral lombar também foi o segundo a ser ativado, contudo sem diferença estatística do gastrocnêmio medial, que foi ativado quase no mesmo instante. No grupo A o de olhos abertos o paravertebral lombar foi o terceiro músculo ativado seguido do bíceps femoral e gastrocnêmio medial, este dois últimos ativados depois do eletrogoniômetro marcar o início do movimento.

Na condição de olhos fechados, este dois últimos permaneceram ativados na mesma ordem. Já o grupo B na condição de olhos abertos e fechados todos os músculos ativados iniciaram sua atividade elétrica antes do eletrogoniômetro marcar o início do movimento.

**DISCUSSÃO**

Sabemos que com o passar dos anos e a chegada da idade, os movimentos ficam mais lentos. Este trabalho mostrou a diferença entre o tempo total para levantar entre o grupo A e B.

Entre este dois grupos, executando o movimento com os olhos abertos, houve diferença entre a velocidade que o grupo de sujeitos de 25-35 anos levanta em relação ao grupo de sujeitos de 60-65 anos. Contudo, um fato interessante chamou a atenção: quando os jovens foram solicitados a fechar os olhos, a velocidade com que executaram a tarefa foi estatisticamente igual aos sujeitos do grupo B, tanto na execução do movimento com os olhos abertos quanto fechados. Isto pode ser explicado, pelo fato de que em sujeitos acima de 60 anos com a progressiva diminuição da visão, os mecanorreceptores da planta dos pés e da articulação do tornozelo seriam os responsáveis pelas adaptações e habilidades funcionais.<sup>14</sup> Por isso, sem o calçado, a informação proprioceptiva ofereceu melhor desempenho à tarefa, não havendo por parte do grupo de sujeitos de 60-65 anos um distanciamento na velocidade de execução do movimento em relação aos jovens. Os sujeitos acima de 60 anos sofrem perdas

progressivas com a idade, porém, se adaptam com o passar dos anos. Esta faixa etária pode ter dificuldades de perceber conflitos visuais, e na ausência desta informação se adaptariam mais facilmente que o jovem.<sup>15</sup> Foi o que ocorreu neste trabalho. Entre as duas condições, de olhos abertos ou fechados, não houve diferença no tempo para executar a tarefa. Entre os jovens, de olhos abertos e fechados, houve diferença significativa no grupo de sujeitos de 60-65 anos, pois de olhos abertos os jovens levantam mais rápido do que com os olhos fechados. Outra explicação deve-se ao fato que o sistema nervoso parece optar preferencialmente pelas informações somatossensoriais para controlar a inclinação do corpo quando o desequilíbrio é ocasionado por um deslocamento rápido na base de suporte.<sup>2</sup>

O que chama atenção neste estudo é que entre os sujeitos de 60-65 anos, o movimento teve início mais rápido durante a execução com os olhos fechados do que com os olhos abertos, o que demonstra que precisamos de mais investigações em relação às informações sensoriais e sua integração nessa faixa etária, visto que alguns trabalhos também verificaram que em atividades mais rápidas os sujeitos acima de 60 anos respondem melhor do que em atividades mais lentas.

Em relação à ordem de ativação dos músculos, este trabalho demonstrou que o músculo tibial anterior foi em todos os grupos o primeiro músculo a se ativado. Isto pode ser explicado, pela necessidade de gerar maior torque articular no tornozelo para assegurar a estabilidade durante a transferência do peso.<sup>10</sup>

Kerr et al. definiram que a fase I do movimento de passar de sentado para em pé, ou chamada momento de flexão, prepara o corpo para levantar, e o centro de gravidade deve ser deslocado para frente pela inclinação do tronco.<sup>6</sup> Seguindo o músculo tibial anterior, que parece exercer um importante papel de ajuste, o músculo reto femoral foi o segundo músculo a ser ativado no grupo dos jovens que executaram o movimento com os olhos abertos. Parece coerente que para levantar as nádegas da cadeira, o músculo reto femoral auxilie na flexão do quadril em conjunto com a inclinação do tronco para frente. Contudo, quando os jovens são solicitados a fechar os olhos, quem assume o segundo lugar de ativação é o músculo paravertebral lombar. Curiosamente é o mesmo músculo que é ativado em segundo lugar em 55% dos sujeitos do grupo B que realizaram o movimento com os olhos abertos e fechados. De acordo com o que propõe Mochizuki et al, durante um movimento auto gerado, músculos assumem um papel antecipatório na diminuição ou controle da aceleração deste.<sup>16</sup> Como este músculo aparece nestes dois grupos (jovens de olhos fechados, sujeitos de 60-65 anos de olhos abertos e fechados), podemos sugerir que na ausência do feedback visual para os jovens e devido à diminuição do equilíbrio nos sujeitos de 60-65 anos, ele é ativado para frear, diminuir a velocidade da flexão do tronco,<sup>17,18</sup> com uma ação oposta ao dos abdominais, tornando o tempo total do movimento maior conforme demonstrado neste estudo.

Já no grupo B quando executaram o movimento com os olhos abertos este músculo é ativado no mesmo tempo que o gastrocnêmio medial, como se este músculo estivesse antecipando a fase que viria a seguir. E o músculo reto femoral que no grupo A de olhos abertos foi o segundo, no grupo B de olhos fechados e abertos ele assume o último lugar, que pode ser explicado pela necessidade da extensão do corpo na fase III do movimento.

Na fase II do movimento, a transferência de peso para os membros inferiores parece ser sua característica principal. Durante esta fase, o centro de gravidade deve se manter na base de suporte para preparar-se para a transição da extensão do corpo.<sup>19,20</sup> Como demonstrado neste trabalho a ação dos flexores de joelho deve acompanhar a transferência.<sup>4</sup>

O músculo bíceps femoral foi em seguida o músculo ativado na maioria dos sujeitos em todos os grupos. Isto reflete a necessidade de estabilizar as articulações dos membros inferiores para iniciar os movimentos de extensão do tronco e membros inferiores e deslocar assim o centro de gravidade na vertical. Como este movimento é auto administrado, e, portanto durante a passagem de sentado para em pé, a duração das fases deste movimento podem ser diferentes. Transferir o peso para os membros inferiores, na presença de uma fraqueza, por exemplo, pode contribuir para que esta fase tenha nos sujeitos de 60-65 anos, um percentual menor em relação às outras.<sup>8</sup>

O músculo gastrocnêmio medial, no grupo de jovens que realizaram o movimento com os olhos abertos e com os olhos fechados, foi o último a ser ativado, e junto com o bíceps femoral manifestaram sinais elétricos somente depois do início do movimento. Isto implica na necessidade de deslocar o centro de gravidade para cima na vertical, na fase III do movimento. Já no grupo B que realizaram o movimento com os olhos abertos este músculo foi ativado junto com o paravertebral lombar, e com os olhos fechados este músculo foi ativado antes do bíceps femoral, o que reafirma que houve por parte do sistema nervoso uma preparação para a transferência de peso.

O único grupo que manteve uma seqüência de ativação muscular que pudesse ser correlacionada com a determinação das fases do movimento de passar de sentado para em pé foi o grupo de jovens que realizaram a tarefa de olhos abertos. Quando comparamos este grupo com a mesma tarefa de olhos fechados, as mudanças nas estratégias musculares ficam evidentes, na tentativa de preparar o corpo para movimento que irá ocorrer.

Comparando-se o grupo B de olhos abertos e depois com os olhos fechados, demonstrou-se que de olhos fechados, a velocidade do movimento foi menor do que quando fizeram de olhos abertos. Em relação à ordem de ativação, músculos agonistas e antagonistas foram ativados num tempo estatisticamente iguais.

O presente trabalho demonstrou que o músculo tibial anterior foi ativado antes que o eletrogoniômetro marcasse o início do movimento. Como este músculo é um estabilizador do tornozelo, a atividade precoce deste pode indicar a necessidade de estabilizar o pé e deslocar a tíbia para frente com o objetivo de auxiliar a transferência do peso corpóreo para frente no início do movimento. Atrasos na ativação podem ocasionar maior gasto energético na transferência de sentado para em pé.

Para os fisioterapeutas é importante conhecer como os sujeitos de 60-65 anos são capazes de utilizar suas respostas posturais antecipadamente no contexto de movimentos utilizados no dia-a-dia. É justamente nessas condições que as quedas ocorrem. Estes ajustes, ocorrendo em movimentos de velocidade rápida, ativam simultaneamente os músculos posturais, podendo ser a causa da ineficiência na recuperação do equilíbrio. E como esta é uma atividade bastante utilizada por fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais, este estudo pode redirecionar suas terapias a fim de contribuir para evitar quedas

e auxiliar os sujeitos acima de 60 anos a utilizarem os ajustes de maneira rápida e eficiente. Da mesma forma, conhecer o impacto que a ausência momentânea da visão exerce sobre estes grupos etários torna-se importante ferramenta para o fisioterapeuta refletir sobre o trabalho de percepção e equilíbrio.

Pesquisas futuras sobre este tema são importantes para assegurar um bom entendimento deste movimento tão complexo.

## CONCLUSÃO

O músculo tibial anterior é um músculo essencial na transferência de sentado para em pé em sujeitos de 25 à 35 anos e em sujeitos de 60 à 65 anos. A realização deste movimento nos sujeitos de 25 à 35 anos com os olhos fechados interfere no tempo total de movimento bem como na estratégia muscular utilizada, referência que não se aplica aos sujeitos de 60 à 65 anos cuja referência deve ser mais somatossensorial do que visual.

## REFERÊNCIAS

- Hanke TA, Pai YC, Rogers MW. Reliability of measurements of body center-of-mass momentum during sit-to-stand in healthy adults. *Phys Ther.* 1995;75(2):105-13.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: theory and practical applications. Baltimore: Williams & Wilkins; 1995.
- Janssen WG, Bussmann HB, Stam HJ. Determinants of the sit-to-stand movement: a review. *Phys Ther.* 2002;82(9):866-79.
- Goulart F, Chaves CM, Vallone MLDC, Carvalho JÁ, Saiki KR. O movimento de passar de sentado para de pé em idosos: implicações para o treinamento funcional. *Acta Fisiatr.* 2003;10(3):138-43.
- Bernardi M, Rosponi A, Castellano V, Rodio A, Traballes M, Delussu AS, et al. Determinants of sit-to-stand capability in the motor impaired elderly. *J Electromyogr Kinesiol.* 2004;14(3):401-10.
- Kerr A, Durward B, Kerr KM. Defining phases for the sit-to-walk movement. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2004;19(4):385-90.
- Kuzelicki J, Zefran M, Burger H, Bajd T. Synthesis of standing-up trajectories using dynamic optimization. *Gait Posture.* 2005;21(1):1-11.
- Yamada T, Demura S. Instruction in reliability and magnitude of evaluation parameters at each phase of a sit-to-stand movement. *Percept Mot Skills.* 2005;101(3):695-706.
- Roy G, Nadeau S, Gravel D, Malouin F, McFadyen BJ, Pottier F. The effect of foot position and chair height on the asymmetry of vertical forces during sit-to-stand and stand-to-sit tasks in individuals with hemiparesis. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2006;21(6):585-93.
- Goulart F, Valls-Solé J. Reciprocal changes of excitability between tibialis anterior and soleus during the sit-to-stand movement. *Exp Brain Res.* 2001;139(4):391-7.
- Reisman DS, Scholz JP, Schöner G. Coordination underlying the control of whole body momentum during sit-to-stand. *Gait Posture.* 2002;15(1):45-55.
- Mathiyakom W, McNitt-Gray JL, Requejo P, Costa K. Modifying center of mass trajectory during sit-to-stand tasks redistributes the mechanical demand across the lower extremity joints. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 2005;20(1):105-11.
- Araujo RC, Duarte M, Amadio AC. On the inter- and intra-subject variability of the electromyographic signal in isometric contractions. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 2000;40(4):225-9.
- Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle characteristics associated with impaired balance and functional ability in older people. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;60(12):1546-52.
- Freitas Junior P, Barela JA. Alterações no funcionamento do sistema de controle postural nos idosos: uso da informação visual. *Rev Port Cien Desp.* 2006;6(1):94-105.
- Mochizuki L, Cosme RG, Amadio AC. Coordenação motora e controle postural por meio da análise multivariada. *Motriz: Rio Claro;* 2006;12(1):65-72.
- Moreira MMF, Maudonnet OAO. Equilíbrio: conceitos básicos e mecanismos visuais no controle do equilíbrio. *Acta AWHO.* 1998;17(2):66-9.
- Allum JH, Bloem BR, Carpenter MG, Hulliger M, Hadders-Algra M. Proprioceptive control of posture: a review of new concepts. *Gait Posture.* 1998;8(3):214-42.
- Frank JS, Earl M. Coordination of posture and movement. *Phys Ther.* 1990;70(12):855-63.
- Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook A. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Phys Ther.* 1997;77(5):517-33.