

Atualização

Assento de cadeira de rodas articulado nos três planos, permitindo movimento pélvico ântero-posterior, látero-lateral, de rotação e de precessão

Triple plane wheelchair articulated seat, allowing pelvic movement on the sagittal, frontal and transverse planes

Mariana Ribeiro Volpini, Ft.* , Sandra Filgueiras Houri, M.Sc.**

.....
**Coordenadora técnica da oficina ortopédica da Associação Mineira de Reabilitação, **Professora da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais*

Resumo

A posição da pelve e da articulação do quadril tem crucial importância em crianças com distúrbios neuromotores que assumem a posição assentada. O posicionamento da pelve e do quadril afeta a função do tronco, da cabeça, do pescoço e dos membros superiores e hiperativa os reflexos musculares, uma vez que fornece uma base de suporte para os segmentos proximais do corpo na postura sentada. Assentos especiais são utilizados em indivíduos com baixo nível de habilidade para sentar e naqueles incapazes de se manterem nesta postura. A cadeira de rodas (CR) é um dos aparelhos terapêuticos mais importantes na reabilitação, utilizada por um número significativo de indivíduos, merecendo, por isto, atenção especial. Este aparato não é simplesmente um assento que permite mobilidade e conforto ao indivíduo, já que pode substituir a deficiência de um membro. Estudos recentes sugerem a necessidade de projetos mais cautelosos e criativos para assento ou novos projetos específicos para encosto, com o objetivo de obter um posicionamento pélvico otimizado. O objetivo deste estudo é propor um novo projeto específico para assento de cadeira de rodas, com vistas a obter um melhor alinhamento pélvico, do quadril e da coluna vertebral e, conseqüentemente, dos membros superiores e cabeça, resultando em desempenho funcional e bem-estar otimizados, além de melhorar a circulação e a nutrição tecidual, prevenindo, portanto, úlceras dérmicas.

Palavras-chave: cadeira de rodas, assento, alinhamento biomecânico, paralisia cerebral.

Abstract

The position of pelvis and hip joints is of utmost importance when seating children with neuromotor abnormalities. As the base of support for proximal segments of the body in the sitting position, the pelvis and hip position affect the function of the trunk, head and neck, arms, and hyperactive muscle reflexes. Special seating is used with individuals who have a low level of sitting ability and are unable to maintain their own sitting position. The wheelchair is one of the most important therapeutic devices in rehabilitation and is used by several individuals. For this reason, wheelchair deserves far more attention than it has received. A wheelchair is not simply a mobile sitting surface that must be comfortable to the individual, in a real sense, it's a substitute for weak limb of the body. Studies suggest the need for more caution and creative use of existing seating designs or for new designs specifically of backrest in order to obtain optimal pelvic placement. The study's purpose is to develop a specific wheelchair configuration of the seat in order to obtain a better alignment of the pelvis, hip, spinal with consequently alignment of the head and neck, improving aspects of function and well-being, beyond increase blood supply and preventing tissue damage.

Key-words: wheelchair, seat, biomechanical alignment, cerebral palsy.

Recebido em 17 de setembro de 2007; aceito em 21 de julho de 2008.

Endereço para correspondência: Mariana Ribeiro Volpini, Rua Dr. Helvécio Arantes, 101/202 Luxemburgo 30380-465 Belo Horizonte MG, Tel: (31) 3024-2062, E-mail: marivolpini@yahoo.com.br

Introdução

A posição da pelve e da articulação do quadril tem crucial importância em crianças com distúrbios neuromotores que assumem a posição assentada [1,2]. O posicionamento da pelve e do quadril afeta a função do tronco, da cabeça, do pescoço, dos membros superiores e hiperativa os reflexos musculares, uma vez que fornecem uma base de suporte para os segmentos proximais do corpo na postura sentada [3,4,2].

Quando é solicitada à criança com paralisia cerebral uma adequada postura sentada e posiciona-se o ângulo entre o encosto e o assento da cadeira em 90°, não significa, necessariamente, que a articulação do quadril esteja posicionada em 90° ou que o alinhamento vertical da pelve seja o mesmo daquele do encosto [1]. Considerando este fato, estudos recentes sugerem a necessidade de projetos mais cautelosos e criativos para assentos ou novos projetos específicos para encosto, com o objetivo de obter um posicionamento pélvico otimizado [1,5,6].

Do ponto de vista do usuário, a CR não é simplesmente uma cadeira capaz de promover mobilidade e conforto para o indivíduo; ela é considerada uma extensão de seu corpo [5,7]. Por esta razão, torna-se relevante que o projeto de uma nova cadeira supere as expectativas, preferências, necessidades físicas e funcionais que emergem da interação entre paciente e ambiente [4].

O objetivo deste estudo é propor um novo projeto específico para assento de cadeira de rodas, com vistas a obter um melhor alinhamento pélvico, do quadril e da coluna vertebral e, conseqüentemente, dos membros superiores e cabeça, resultando em desempenho funcional e bem-estar otimizados, além de melhorar a circulação e a nutrição tecidual, prevenindo, portanto, úlceras dérmicas.

Biomecânica e alterações da postura sentada

Indivíduos com disfunções neuromotores são estimulados a realizar atividades de vida diária (AVD'S) enquanto permanecem a maior parte do tempo em vários tipos de assento [4,8,9]. Isto requer que as cadeiras de posicionamento sejam estruturadas para assegurar uma postura sentada funcional e otimizada, de modo que o indivíduo possa obter o grau máximo de independência funcional quando move seus braços e mãos [3,4].

Pacientes com incapacidades motoras freqüentemente requerem conhecimentos e habilidades de fisioterapeutas para adaptar o ambiente às necessidades individuais [5,10]. O assento adaptado deve ser o aparelho mais importante e disponível para qualquer indivíduo que não possa se assentar confortável, seguro e de forma funcional em uma CR comercialmente disponível [5,10,6,9].

A CR adaptada deve ser terapêuticamente projetada para melhorar a função global do paciente [5,10]. A fim de atingir este objetivo, deve-se visar ao aprimoramento da

mobilidade, da postura, do tônus muscular, da habilidade para comer, digerir e respirar, da interação com o ambiente, a partir da postura sentada e do desenvolvimento psicossocial e cognitivo [11,4,8,9]. Através desses benefícios, é possível prevenir úlceras dérmicas, deformidades, dores musculares, dentre outros [12-15].

O sucesso terapêutico do assento adaptado depende da acurácia e compreensibilidade da avaliação do assento inicial [5]. O tônus muscular, padrões reflexos e limitações músculo-esqueléticas devem ser avaliados cuidadosamente na postura sentada ereta [16,5]. A aparência de uma postura simétrica é freqüentemente enganosa quando o tronco, a pelve, o quadril e os joelhos não são cuidadosamente observados sem a remoção das roupas [3]. Uma avaliação cuidadosa e precisa do paciente irá determinar como ele vai se beneficiar ou não com as várias adaptações que possivelmente serão necessárias [16,8,17].

Quando um indivíduo se encontra na posição sentada, a lordose lombar desaparece e o peso do corpo está, na maioria das vezes, sobre as tuberosidades isquiáticas e ao redor de tecidos moles adjacentes [18,19]. Numa postura sentada ereta, a linha da gravidade está acima das tuberosidades isquiáticas que atuam como um fulcro, sendo que o local da linha de gravidade em relação a elas é um fator importante na avaliação da ativação muscular necessária para manter o equilíbrio [3,20,19].

Resultados de estudos mostraram que, para obter um ângulo de 90 graus, ângulo de flexão anatômico do quadril (AAFQ), na posição sentada, o ângulo entre o encosto e o assento deveria ser posicionado em aproximadamente 85 graus para os pacientes espásticos leves, 63 graus para os moderados e 58 graus para os graves [1].

Uma vez que o posicionamento do encosto a 63 graus e a 58 graus é provavelmente inadequado do ponto de vista funcional e estético, o estudo sugere que são necessários projetos de assentos mais cautelosos e criativos ou projetos específicos de encosto e de componentes para suporte pélvico, com o objetivo de se obter um posicionamento pélvico otimizado [1,5].

Quando um indivíduo senta com ântero-versão e com a linha da gravidade localizada anteriormente às tuberosidades isquiáticas, os músculos posteriores do tronco se contraem para conter o efeito da gravidade [1,21,18,19]. Inclinando-se o assento para frente, facilita-se, portanto, a ântero-versão [1,6,19]. Uma postura sentada ereta é obtida pela discreta ântero-versão, que pode ser proporcionada inclinando o assento para frente. Assim, a coluna lombar é modificada em relação à lordose, posicionando a linha da gravidade anteriormente às tuberosidades isquiáticas [1,6,19].

A inclinação do assento para frente pode ser potencialmente benéfica para os pacientes que apresentam fadiga após um longo período sentados [22,3,8,23]. No entanto, se essas pessoas tiverem propensão a desenvolverem úlceras dérmicas, devem ser feitos esforços, objetivando prevenir possível retro-

versão através do uso do suporte lombar ou almofada sacral para evitar forças de cisalhamento [3,11,8,23]. A inclinação pélvica e o alinhamento da coluna são fatores importantes na prevenção de dor na coluna lombar, causada pelo sentar prolongado [2].

A discussão de uma postura sentada ideal para usuários de cadeira de rodas, sobretudo para aqueles que realizam a propulsão de sua própria cadeira, ainda não está bem esclarecida, visto que sentar não é uma posição normal para locomoção [24,2]. Essa postura é normalmente utilizada por indivíduos sem incapacidade física como uma fase de transição ou uma posição de descanso, além de adotarem várias outras posições para realizarem atividades específicas [1]. Esse paradigma está centrado no conforto e especificamente em um posicionamento sentado adequado, que promova alinhamento postural e estabilidade, a fim de melhorar o desempenho funcional dos pacientes quando estão sentados, prevenir úlceras dérmicas, deformidades, contraturas, dores lombares, disfunções por esforço repetitivo nas extremidades superiores e cirurgias.

Assento móvel que proporciona movimento pélvico ântero-posterior, látero-lateral, de rotação e de precessão em cadeira de rodas

Qualquer prescrição de uma nova cadeira deve enquadrar às expectativas do usuário, preferências, necessidades físicas e funcionais, que surgem através de sua interação com o ambiente [5].

Este trabalho descreve uma cadeira de rodas, projetada para indivíduos com disfunções neuromusculares, que, através de um assento móvel, pode otimizar seu posicionamento e alinhamento biomecânico e estimular reações de equilíbrio e retificação, de forma que a funcionalidade do cadeirante seja otimizada em seu ambiente.

O assento foi montado sobre dois eixos ortogonais solidários, que formam uma cruzeta. A combinação desses eixos é também chamada de junta universal ou cardan. Esta junta foi fixada embaixo do assento e possibilita seu movimento nos três planos (sagital, frontal e transversal) isoladamente, ou de forma combinada (precessão). Os eixos são compostos de mancais de rolamento. O mancal do primeiro eixo foi fixado no assento e proporciona seu basculamento para frente e para trás, no plano sagital. Já o mancal do segundo ficou na estrutura da cadeira de rodas, promovendo basculamento látero-lateral, no plano frontal. A combinação dos dois basculamentos possibilita ao eixo imaginário perpendicular ao assento realizar o movimento de precessão.

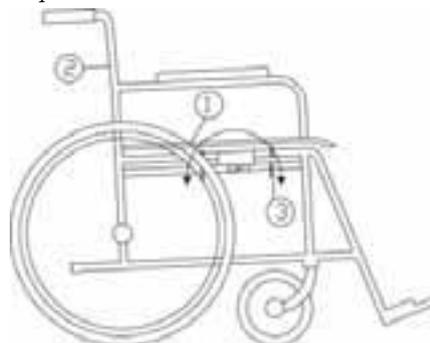
A cruzeta ortogonal de eixos de mancais de rolamento foi montada sobre um pivô central, que permite que o assento realize a rotação no plano transversal. Ela poderia ser substituída por uma rótula.

O projeto proposto incluiu a colocação de batentes, que funcionam como limitadores mecânicos reguláveis, responsáveis por determinar o ângulo máximo de basculamento

ântero-posterior e látero-lateral, independentemente, assim como controlar a rotação e a precessão, de forma que o movimento seja compatível com aquele almejado.

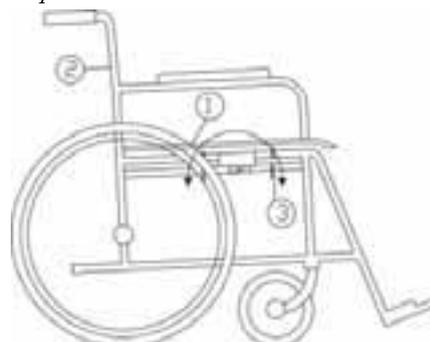
O assento articulado para a cadeira poderá ser melhor compreendido através da seguinte descrição detalhada, em consonância com as figuras em anexo, onde:

Figura 1 - Representa uma vista lateral da cadeira.



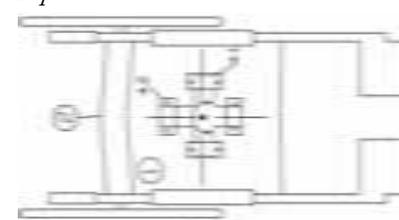
Com referência a esta figura, pode-se dizer que, mantendo-se o tronco no encosto (2) fixo da cadeira, ela permite bascular a pelve do paciente, em sentido horário e anti-horário, promovendo a ântero ou a retroversão no plano sagital. É possível observar o batente (3) e o assento (1).

Figura 2 - Representa uma vista anterior da cadeira.



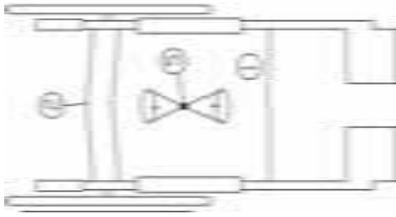
O assento (1) tem seu segundo grau de liberdade, basculando-se horário ou anti-horariamente, no plano frontal. Isto é possibilitado pela montagem dos eixos (4.1 mancal do primeiro eixo, 4.2 mancal do segundo) de forma ortogonal formando a cruzeta (5).

Figura 3 - Representa uma vista de cima da cadeira.



A cruzeta (5) ortogonal de eixos de mancais de rolamento foi montada sobre um pivô central, que permite que o assento (1) realize a rotação no plano transversal.

Figura 4 - Representa uma vista de cima da cadeira.



As duas possibilidades de movimento (no plano sagital e frontal) descritas anteriormente, quando conjugadas simultaneamente, promovem o movimento de precessão, representado nesta figura. Assento (1), encosto (2), cruzeta (5).

Figura 5 - Representa o projeto mecânico de uma rótula que poderia substituir a cruzeta universal.



Este projeto propõe um novo *design* específico para assento de cadeira de rodas, com vistas a obter um melhor alinhamento pélvico e da coluna vertebral e, conseqüentemente, dos membros superiores e cabeça, resultando em desempenho funcional e bem-estar otimizados para seus ocupantes.

Assento móvel e seus benefícios

As variabilidades cinemáticas têm sido extensivamente utilizadas para descrever os mecanismos do controle postural normal ou patológico [25]. Diversas superfícies de apoio, incluindo base de suporte firme ou plataformas multiaxiais, vêm sendo utilizadas para avaliar os componentes intrínsecos do controle postural [25,26]. Nas análises de movimento, o quadril e o tronco são freqüentemente considerados como um único segmento, no entanto, as estratégias motoras de ambos, nos planos sagital e frontal, resultam de movimentos no quadril (entre membros inferiores e pelve) e no tronco (entre a coluna vertebral e a pelve) individualmente [25]. Estudos demonstraram que estas estratégias de controle postural nos planos sagital e frontal são desencadeadas pela combinação de ambos os movimentos (quadril e tronco) e confirmaram que o tronco desencadeia um papel tão importante quanto o do quadril [25,27].

O assento móvel, através dos movimentos descritos, deve ser capaz de proporcionar inúmeros benefícios, dentre eles, prevenir úlceras dérmicas e dores lombares, melhorar o alinhamento

postural, a mobilidade da pelve e do tronco, facilitar as reações de equilíbrio e de retificação e conseqüentemente otimizar a função do cadeirante.

A estabilidade estática e dinâmica são dois aspectos importantes da postura sentada [27]. Sentar é particularmente interessante por diversas razões: é uma posição comum e habitual utilizada diariamente, assim como é a base para muitas atividades motoras [27,28]. As pessoas aprendem a sentar antes de aprender a ficar de pé, e alguns indivíduos com disfunção neurológica que não podem ficar de pé são capazes de sentar [28]. É importante salientar que alterações na postura e no equilíbrio, na posição sentada, afetam a habilidade para realizar as atividades de vida diária [28]. A literatura reporta que a quantidade de movimento que ocorre no quadril e no tronco em relação à pelve é da mesma magnitude quando se mantêm os olhos abertos [25-28]. A estabilidade estática e dinâmica reduzem o movimento corporal ou sua oscilação [28]. Na posição sentada sem suporte de tronco há instabilidade e esta posição deve ser controlada através da ativação muscular quando o peso é descarregado em qualquer plano de movimento [26,27]. Em conseqüência, o tronco responde com um movimento para conter a mudança no centro de gravidade [26,27]. O sistema nervoso central (SNC) mantém o centro de massa (CM) com limites espaciais específicos chamados de limite da estabilidade [28]. A estabilidade do tronco em uma superfície instável depende da habilidade de alinhar a projeção do CM com o centro de rotação da superfície de apoio. Além disso, o SNC tem que controlar as forças de inércia geradas pelos movimentos do tronco [25-28]. O controle de tronco depende da percepção correta da atitude postural e do desenvolvimento de respostas musculares adequadas [27]. A atitude postural constantemente sofre modificações baseadas em informações provenientes dos sistemas visual e vestibular e através de informação derivada de receptores somato-sensoriais [26,27].

Diferentes tarefas, configurações corporais e ambientes requerem diferentes padrões de resposta muscular e modificação do papel de cada sistema sensorial [26,28]. Um estudo sobre controle postural adaptativo na postura sentada relatou que diferentes tipos de colchões podem afetar, significativamente, o equilíbrio durante atividades funcionais de alcance [28]. Alguns estudos também pesquisaram a coordenação entre tronco e extremidades inferiores em indivíduos sentados quando o alvo era colocado a distância de alongamento dos braços ou além dela [31]. Os movimentos do tronco eram mínimos quando o alvo era possível de ser alcançado apenas com o movimento dos braços. Ao contrário, quando o alvo estava localizado fora do alcance dos braços, o movimento de tronco contribuía significativamente no transporte da mão até o alvo [31]. O suporte da coxa e dos pés permite maior excursão do CG [28]. As reações posturais antecipatórias adequadas são necessárias para assegurar a estabilidade e iniciam-se imediatamente antes da ocorrência do movimento voluntário [26,28,29].

Diversos estudos investigaram o controle do tronco em superfícies instáveis, nos quais se utilizavam esferas de diferentes diâmetros, colocadas embaixo do assento [27,28]. Verificou-se aumento do deslocamento do centro de pressão (CP) com a diminuição do diâmetro da esfera e uma relação positiva entre movimento do CP e a medida antropométrica dos indivíduos [27,28]. O estudo das respostas dos músculos do tronco durante perturbação na postura sentada foi realizado através de eletromiografia e foram encontradas fases recíprocas de respostas eletromiográficas nestes músculos durante o movimento para frente e para trás [31].

Através do assento móvel será possível facilitar as reações de equilíbrio e endireitamento, deixando os batentes livres para que o assento realize o movimento de precessão ou limitando, através deles, o plano e o grau de movimento desejado para trabalhar o equilíbrio, que está diretamente relacionado à estabilidade dinâmica.

A estabilidade dinâmica é a habilidade de transferir peso sobre a base de suporte, e o controle de movimentos intencionais do CM depende da habilidade de mover os segmentos corporais para a posição desejada [26,28]. Portanto, o deslocamento do tronco sem perda de equilíbrio é imprescindível para o desempenho de atividades funcionais [26-29].

A avaliação da estabilidade estática, dinâmica e de outros aspectos da postura sentada é importante para se obter informação acurada das limitações funcionais do paciente [28]. Tarefas diferentes requerem estratégias sensoriais e motoras variadas [26,28]. A instabilidade da coluna tem sido identificada como um fator de risco para dor lombar durante a descarga de peso corporal [30]. A estabilidade da coluna tem sido descrita como sua habilidade para limitar padrões de deslocamento, prevenindo danos ou irritações das estruturas espinhais e da coluna vertebral [33]. A ação dos músculos posturais em resposta a uma carga na coluna ocorre com o objetivo de estabilizá-la [30,31]. É possível que, em situações de descarga de peso súbita, a coluna esteja em um estado relativo de instabilidade, facilitando a ocorrência de dano às estruturas [26,30]. As respostas dos músculos do tronco à carga são maiores quando existem níveis mais baixos de pré-ativação ou a coluna é menos estável a perturbações [30]. Estudos de desenvolvimento de crianças com disfunções neuromotoras têm documentado, consistentemente, atraso na aquisição de habilidades motoras, sugerindo, inclusive, que muitos desses atrasos, tais como na independência postural e na deambulação, se devem ao pobre equilíbrio e controle postural [32,33]. Pesquisas direcionadas especificamente aos problemas motores relacionados à postura e ao ganho da marcha apontam quatro fatores como principais: espasticidade, fraqueza muscular, excesso de co-contracção dos músculos antagonistas e aumento do *stiffness* ao redor das articulações [32,33]. Estes fatores não refletem apenas as diferenças no SNC, mas também as modificações mecânicas na postura [26,32]. Essas mudanças mecânicas associadas às disfunções do SNC contribuem para a carência de equilíbrio e controle postural nesses pacientes

[26,32,33]. Nos pacientes com disfunções neuromotoras que apresentam pouca mobilidade e severa limitação motora, a dor pode ser um problema secundário, mas sério [34,35]. Presume-se que a causa para a dor crônica nestes indivíduos seja por câimbras ou por deformidades ósseas relacionadas à espasticidade ou à escoliose [34,35]. Uma das dificuldades de se encontrarem estudos sobre a dor nesses pacientes é a falta de comunicação e as limitações cognitivas frequentemente vistas neles [34,35].

Os fatores de risco para o desenvolvimento de dor lombar crônica (DLC) explorados na literatura estão relacionados com idade, sexo, características antropométricas, condicionamento físico, tabagismo, fatores psicológicos e história prévia de dor lombar [30,34]. Os fatores relacionados às atividades incluem trabalho pesado e levantar incorretamente, atividades em posturas estáticas, atividades com rotação e/ou inclinação de tronco, extensão ou hiperextensão mantidas por tempo prolongado [30]. Usuários de cadeira de rodas estão acostumados a manter uma postura sentada estática por longo período, muitas assimétricas, e a realizar quase todas suas AVD'S nesta mesma posição [36]. Esta postura estática e assimétrica contribui não só para o aparecimento de dor lombar, mas também o de deformidades ósseas, como escoliose, encurtamentos musculares e surgimento de úlceras dérmicas [34-36].

O assento móvel permitirá mobilidade da pelve nos três planos, diminuindo o seu tempo de permanência em uma postura estática e prevenindo a ocorrência de DLC. Além disso, pode-se mover o assento de forma que se obtenha o alinhamento pélvico adequado e, conseqüentemente, o da coluna vertebral, proporcionando um bom posicionamento sentado e prevenindo deformidades como escoliose.

A pelve está neutra quando as proeminências ósseas, denominadas espinhas ilíacas ântero-superiores (EIAS), estão discretamente abaixo das proeminências ósseas no topo e atrás da pelve, espinhas Ilíacas pósterio-superiores (EIPS) [37]. Se a pelve está fixa em certa posição, o resto do corpo também ficará fixo em uma determinada postura, ao passo que, se a pelve for capaz de atingir a postura neutra, o resto do corpo terá uma maior chance de alcançar também a posição neutra [37]. Isso acarreta ao paciente menor gasto energético, uma base de suporte estável, ampliação da visão, melhor função dos braços e mãos, além de prevenir problemas secundários já citados anteriormente [33,37].

A maioria dos indivíduos com disfunções neuromusculares apresenta uma pelve em retroversão ou fixa [34,37].

Através do assento móvel será possível mobilizar a pelve no plano sagital e posteriormente angular o assento de forma que a mesma permaneça numa postura o mais próximo possível de neutro, para que a função dos braços e mãos seja otimizada, proporcionando ao indivíduo melhor desempenho de suas atividades.

Outra conseqüência comum do mau alinhamento pélvico que resulta em assimetria é a descarga desigual de peso

[38]. Quando o peso não é distribuído adequadamente sob as tuberosidades isquiáticas, a pressão excessiva é aplicada à pele, geralmente sob uma proeminência óssea; no caso dos usuários de cadeira de rodas, que permanecem sentados por período de tempo prolongado, o fator extrínseco mais importante para o surgimento de úlceras dérmicas torna-se presente [38,39].

Tendo em vista que o assento móvel é capaz de realizar deslocamento de peso através do movimento de precessão ou auxiliar no alinhamento postural, distribuindo o peso nas tuberosidades isquiáticas, ao angulá-lo de acordo com o plano para o qual se deseja que o peso seja descarregado, pode-se então prevenir úlceras dérmicas, uma vez que o peso foi deslocado igualmente para ambos os lados.

O assento móvel nos três planos parece ser capaz de proporcionar inúmeros benefícios.

Conclusão

Crianças com incapacidades de andar ou se sentar, independentemente, limitam-se a permanecer deitadas ou serem carregadas, restringindo suas oportunidades para ver, brincar e aprender como as demais crianças. Este fato se agrava ainda mais quando estas se tornam grandes e pesadas para serem carregadas. O posicionamento inadequado pode comprometer funções básicas, como respirar e alimentar, além de levar à instalação de contraturas e deformidades. Portanto, indivíduos com dificuldades para alimentar, escrever, brincar independentemente ou utilizar suas mãos podem ter um melhor desempenho quando sentados adequadamente.

O presente estudo propõe um novo projeto específico para o assento da cadeira de rodas, sugerindo que, através das propriedades de um assento móvel nos três planos, a pelve de indivíduos com disfunções neuromotoras possa se posicionar adequadamente, proporcionando um efeito em cadeia, uma vez que o bom posicionamento pélvico tem efeito primário, distribuindo o peso sob as tuberosidades isquiáticas e melhorando o alinhamento da coluna vertebral. O efeito secundário desse posicionamento resulta em prevenção de úlceras dérmicas, deformidades ósseas, encurtamentos musculares, dor e má funcionalidade.

É de fundamental importância que os profissionais da área de reabilitação tenham conhecimento das propriedades da cadeira de rodas como uma órtese de posicionamento e suporte, que devem ser aplicadas às necessidades de cada indivíduo.

Espera-se que este trabalho sirva de estímulo para futuros estudos sobre o assunto e, embora os benefícios da utilização do promissor assento móvel tenham sido discutidos, futuramente testes serão necessários para determinar sua eficácia, para prevenir ou minimizar as possíveis injúrias causadas com a utilização da CR e aumentar sua eficiência para proporcionar maior funcionalidade ao cadeirante.

Referências

1. Nwaobi OM, Hobson DA, Taylor SJ. Mechanical and anatomic hip flexion angles on seating children with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 1988;69(4):265-7.
2. Liao SF, Yang TF, Hsu TC, Chan RC, Wei TS. Differences in seated postural control in children with spastic cerebral palsy and children who are typically developing. *Am J Phys Med Rehabil* 2003;82(8):622-26.
3. Janssen-Potten YJ, Seelen HA, Drukker J, Huson T, Drost MR. The effect of seat tilting on pelvic position, balance control, and compensatory postural muscle use in paraplegic subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82(10):1393-1402.
4. Myhr U, von Wendt L. Improvement of functional sitting position for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 1991;33(3):246-56.
5. Batavia M, Batavia AI, Friedman R. Changing chairs: anticipating problems in prescribing wheelchairs. *Disabil Rehabil* 2001;23(12):539-48.
6. Kirb RL, Sampson MT, Thoren FA, MacLeod DA. Wheelchair stability: effect of body position. *J Rehabil Res Dev* 1995;32(4):367-72.
7. Kenward MG. An approach to the design of wheelchair for young users. *Appl Ergon* 1971;2(4):221-5.
8. May LA, Butt C, Kolbinson K, Minor L, Tulloch K. Wheelchair back-support options: functional outcomes for person with recent spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(7):1146-50.
9. Majaess GG, Kirby RI, Ackroyd-Stolarz SA, Charlebois PB. Influence of seat position on the static and dynamic forward and rear stability of occupied wheelchair. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74(9):977-82.
10. Hastings J, Fanucchi ER, Burns SP. Wheelchair configuration and postural alignment in persons with spinal cord injury. *Arch Phys Rehabil* 2003;84(4): 528-34.
11. Maurer CL, Sprigle S. Effect of seat inclination on seated pressures of individuals with spinal cord injury. *Phys Ther* 2004;4(3):255-61.
12. Gilsdorf P, Patterson R, Fisher S, Appel N. Sitting forces and wheelchair mechanics. *J Rehabil Res Dev* 1990;27(3):239-46.
13. Rosenthal M, Felton RM, Hileman DL, Lee M, Friedman M, Navach JH. A wheelchair cushion designed to redistribute sites of sitting pressures. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77(3):278-82.
14. Hamanami K, Tokuhiko A, Inoue H. Finding the optimal setting of inflated air pressure for a multi-cell air cushion for wheelchair patients with spinal cord injury. *Acta Med Okayama* 2004;58(1):37-44.
15. Dabney KW, Miller F, Lipton GE, Letonoff EJ, McCarthy HC. Correction of sagittal plane spinal deformities with unit rod instrumentation in children with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am* 2004;86-A Suppl 1(Pt 2):156-68.
16. Holmes KJ, Michael SM, Thorpe SL, Solomonidis SE. Management of scoliosis with special seating for the non-ambulant spastic cerebral palsy population - a biomechanical study. *Clin Biomech* 2003;18:480-87.
17. KalenV, Conklin MM, Sherman FC. Untreated scoliosis in severe cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 1992;12(3):337-40.
18. Kerr HM, Eng JJ. Multidirectional measures of seated postural stability. *Clin Biomech* 2002;17(7):555-57.

19. Morioka S, Hidaka M, Miyamoto S. Factor of determination of center of gravity point on sitting of the right and left axis in patients with hemiplegia. *Journal of Physical Therapy Science* 1999;11(9):109-11.
 20. Cholewicki J, Polzhofer GK, Radebold A. Postural control of trunk during unstable sitting. *J Biomech* 2000;33(12):1733-7.
 21. Kirby RL, Thoren FA, Ashton BD, Ackrout-Stolarz SA. Wheelchair stability and maneuverability: effect of varying the horizontal and vertical position of a rear-antitip device. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75(5):525-34.
 22. Hundertmark LH. Evaluating the adult with cerebral palsy for specialized adaptive seating. *Phys Ther* 1985;65(2):209-12.
 23. Janssen-Potten YJ, Seelen HA, Drukker J, Reulen JP. Chair configuration and balance control in persons with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81(4):401-08.
 24. Wei SH, Huang S, Jiang CJ, Chiu JC. Wrist characterization of wheelchair propulsion in various seating positions: implication to wrist pain. *Clin Biomech* 2003;18(6):46-52.
 25. Blackburn J, Riemann BL, Myers JB, Lephart SM. Kinematic analysis of the hip and trunk during bilateral stance on firm, foam, and multiaxial support surfaces. *Clin Biomech* 2003;18(4):655-61.
 26. Buchanan JJ, Horak FB. Voluntary control of postural equilibrium patterns. *Behav Brain Res* 2003;143(1):121-40.
 27. Cholewicki J, Polzhofer GK, Radebold A. Postural control of trunk during unstable sitting. *J Biomech* 2000;33(5):1733-37.
 28. Lanzetta D, Cattaneo D, Pellegatta D, Cardini R. Trunk control in unstable sitting posture during functional activities in healthy subjects and patients with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(2):279-83.
 29. Dickstein R. Anticipatory postural adjustment in selected trunk muscles in post stroke hemiparetic patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(2):261-67.
 30. Brown SHM, Haumann ML, Potvin JR. The responses of leg and trunk muscles to sudden unloading of the hands: implications for balance and spine stability. *Lin Biomech* 2003;18(9):812-20.
 31. Caling B, Lee M. Effect of direction of applied mobilization force on the posteroanterior response in the lumbar spine. *J Manipulative Physiol Ther* 2001;24(2):71-8.
 32. Burtner PA, Qualls C, Woollacott MH. Muscle activation characteristics of stance balance control in children with cerebral palsy. *Gait Posture* 1988;8(6):163-74.
 33. Bertenthal B, Von Hofsten. Eye, head, and trunk control: The foundation for manual development. *Neurosci Biobehav Rev* 1998;22(4):515-20.
 34. Schwartz L, Engel JM, Jensen MP. Pain in person with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80(10):1243-46.
 35. Engel JM, Jensen MP, Hoffman AJ, Kartin D. Pain in persons with cerebral palsy: extension and cross validation. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(8):1125-28.
 36. White HA, Kirby RL. Folding and unfolding manual wheelchairs: an ergonomic evaluation of health-care workers. *Appl Ergon* 2003;34(6):571-79.
 37. Knox V. Evaluation of the sitting assessment test for children with neuromotor dysfunction as a measurement tool in cerebral palsy. *Physiotherapy* 2002;88(9):534-41.
 38. Rosenthal MJ, Felton RM, Nastasi AE, Naliboff BD, Harker J, Navah JH. Healing of advanced pressure ulcers by generic total contact seat: 2 randomized comparisons with low air loss bed treatments. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(12): 1.733-35.
 39. Brienza DM, Karg PE, Geyer MJ, Kelsey S, Treffer E. The relationship between pressure ulcer incidence and buttock-seat cushion interface pressure in at-risk elderly wheelchair users. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82(4):529-33.
-