

Artigo Original

Recebido em 26/3/2004 e aceito em 12/10/2005

Aperfeiçoamento e validação de simulador de desorientação espacial

*Improvement and validation of
a motion sickness simulator*

Thaís Russomano
Dario F. G. de Azevedo
Rosirene Gessinger
Luiz A. Piedade
Flávia Porto
Jonas Gurgel

Laboratório de Microgravidade/IPCT-PUCRS,
Porto Alegre, RS, Brasil.

Janice L. Giongo
Marlise A. dos Santos
Faculdade de Farmácia/PUCRS,
Porto Alegre, RS, Brasil.

João Carlos P. Beck
Laboratório de Microgravidade da PUCRS
IPCT Prédio 30 sala 306
Av. Ipiranga, 6.681
90619-900 Porto Alegre, RS, Brasil
Fone: (+55 51) 3320-3565
Fax: (+55 51) 3320-3904
microg@pucrs.br

Resumo

A desorientação e a cinetose espaciais são causas comuns de acidentes. A cadeira rotatória tem sido muito usada para treinar pilotos e astronautas. Este estudo apresenta o desenvolvimento de uma Cadeira Rotatória Eletricamente Controlada (CREC), único dispositivo brasileiro deste tipo. A CREC respeita os seguintes critérios: rotação de 10 rpm a 40 rpm; carga máxima acidental de 100 kg; ausência da variação nominal da aceleração durante a rotação. A rotação da cadeira é promovida por um motor elétrico (24 Vcc), cuja rotação nominal é 3.000 rpm. Esta velocidade é reduzida por um fator de 15:1. A transmissão é efetuada através de duas polias de canal trapezoidal e uma correia de perfil trapezoidal modelo "A29". A relação entre a polia motora e a movida é de 5:1. Para validar a CREC como simulador de desorientação espacial, foi elaborado um estudo duplo-cego, randomizado, placebo controlado. Doze indivíduos sadios, do sexo masculino, entre 18 e 22 anos, realizaram duas sessões de teste em dias diferentes, recebendo escopolamina 0,3 mg ou placebo de lactose, 1 h antes do início do teste. O teste iniciava-se com o voluntário sendo posicionado na CREC, a qual era girada a 25 rpm. Para estimular ainda mais o sistema vestibular, o voluntário movia a cabeça 45° para frente, para trás e para as laterais direita e esquerda. Os resultados mostraram que o tempo médio de rotação diminuiu de 711,25 s sob o efeito da escopolamina para 471,64 s quando o placebo foi administrado ($p < 0,05$). Cem por cento dos voluntários que receberam o placebo apresentaram palidez, sudorese e náusea, e 92% referiram desorientação. Estas porcentagens foram reduzidas para cerca de 70% quando sob o efeito da escopolamina. A sintomatologia apresentada pelos voluntários comprovou que a CREC desenvolvida é eficiente como simulador da desorientação espacial. A escopolamina foi eficiente na redução da sintomatologia associada à desorientação espacial e no aumento do tempo de rotação.

Palavras-chave: Cadeira rotatória, Cinetose espacial, Desorientação espacial, Escopolamina, Sistema vestibular.

Abstract

Spatial disorientation and motion sickness are common causes of accidents during flights and space missions. Rotary chairs have been widely used to train pilots and astronauts. This paper presents the development of an electrically controlled rotary chair (ECRC), the unique Brazilian device of this type. The ECRC has the following specifications: rotation range from 10 rpm to 40 rpm; maximal accidental load of 100 kg; no nominal variation of the acceleration during rotation. A DC motor (24 V) was placed on the axis of the chair in order to promote its rotation. The nominal rotation of the motor is 3,000 rpm. A reducer was used to decrease it by a factor of 15:1. The transmission is given by two trapezoidal canal pulleys and a chain (model A29) with a reduction factor of 5:1. A double blind, placebo controlled, randomized study was performed. Twelve healthy individuals (18 to 22 years old) underwent two sessions in different days, in which they took either 0.3 mg of scopolamine or placebo 1 hour before the beginning of the test. The test session started by placing the volunteer on the ECRC and rotating the chair at 25 rpm. The volunteer was instructed to move his head 45° to front, back, to right and left, in order to further stimulate the vestibular system. The results showed that the mean rotation time decreased from 711.25 s when scopolamine was taken to 471.64 s when placebo was used ($p < 0.05$). One hundred percent of the volunteers presented pale skin, sweatiness and nausea, and 92% mentioned disorientation with placebo. These percentages decreased to around 70% under the effect of scopolamine. The signs and symptoms presented by the volunteers confirmed that the ECRC was efficient as a motion sickness simulator. Scopolamine reduced the symptomatology of motion sickness and increased the rotation time.

Keywords: Motion sickness, Rotary chair, Scopolamine, Spatial disorientation, Vestibular system.

Extended Abstract**Introduction**

Spatial disorientation is a contributory factor in about 12% of all fatal airline accidents, around 20% of military accidents, and probably even more in general aviation. On the ground, the references are gravity and the horizon. When the pilot is subjected to abnormal accelerative forces or the astronaut is in a spacecraft under the influence of microgravity, the information supplied by the eyes, inner ear and proprioceptors may be interpreted incorrectly. Correct spatial orientation is replaced by spatial disorientation in which perception of body and aircraft positions is false. All aircrew and space crew experience disorientation at some stage during their careers, but it is only when control of the aircraft or the spacecraft is based on false perceptions that incidents and accidents may occur.

Motion sickness is a common problem in early flying training and in passengers unfamiliar with flight in light airplanes. It affects around 70% of the astronauts during the first 72 hours of a space mission. The cause is complex and not fully understood.

Motion in flight, at sea, in a car or in a space shuttle generates patterns of sensory input which conflict with those patterns based on terrestrial experience. The brain is unable to interpret this conflict and motion sickness results. The earliest symptom is unease in the stomach, hyperventilation and "air hunger". The face becomes pale and sweating is usually present, which is followed by an increase in salivation, a feeling of body warmth, light-headedness, vomiting and apathy. Of the drugs available, the most effective one in preventing it is scopolamine that should be taken before the exposure to angular acceleration.

This paper presents the development of an Electrically Controlled Rotary Chair (ECRC), a unique device of this type in Brazil. The evaluation of the effects of scopolamine on the prevention of motion sickness during rotation was used to validate it.

Material

The ECRC specifications were: rotation range from a minimal of 10 rpm to a maximum of 40 rpm; maximal accidental load of 100 kg; no nominal variation of the acceleration during rotation.

A DC motor (24 V) was placed on the axis of the chair in order to promote its rotation. The nominal rotation of the motor is 3,000 rpm. A reducer was used to decrease it by a factor of 15:1. The transmission is given by two trapezoidal canal pulleys and a chain (model A29) with a reduction factor of 5:1. A digital tachometer was developed and consists of a microcontrolled conversion system (model 89C2051) that converts an analogical signal to a number.

A double blind, placebo controlled, randomized study was performed to evaluate the effectiveness of the ECRC. The effects of scopolamine on the prevention of motion sickness during rotation sessions were analyzed.

Twelve subjects, after having signed a consent form, participated in 2 rotation sessions separated by an interval of a few days. Subjects received, randomly, a blue capsule that contained either 0.3 mg of scopolamine or placebo orally 1 hour before the beginning of the test. Volunteers were instructed to perform head movements during the rotation in order to add an extra stimulus to the vestibular system. The chair was set to rotate at a constant speed of 25 rpm. The test was terminated either if the subject felt ill or at 30 min of rotation. Signs and symptoms of motion sickness were observed by the researcher and reported by the volunteers.

Results

A paired "t" test was used for data analysis with a level of significance of $p \leq 0.05$. The mean rotation was 25 rpm with a maximum of 26.4 rpm and minimum of 23.8 rpm. One hundred percent of the volunteers during the placebo rotation sessions developed pale face, sweating and nausea, and 92% reported disorientation. These percentages were reduced by approximately 30% under the effect of scopolamine. The mean rotation time with scopolamine was 711.25 s and 471.64 s when placebo was administered to the volunteer ($p < 0.05$).

Discussion

The mean rotation speed has demonstrated that the rotation control of the ECRC was very satisfactory. Many studies have used rotary chairs as simulators of motion sickness. The Electrically Controlled Rotary Chair presented in this paper is the only device of this type that has been used in Brazil to study the vestibular system and to demonstrate motion sickness for pilots and pilot students.

The high incidence of symptoms felt by the volunteers and signs observed by the researcher demonstrated that the ECRC was effective in causing motion sickness. Scopolamine 0.3 mg taken orally 1 hour before the exposure to angular acceleration has shown to be efficient in increasing the duration of the rotation sessions and in reducing the symptomatology of motion sickness.

Conclusion

The ECRC was entirely conceived, designed and developed by the Microgravity Laboratory/ IPCT-PUCRS. The signs and symptoms presented by the volunteers confirmed that the ECRC was efficient as a motion sickness simulator, used at 25 rpm. Scopolamine reduced the symptomatology of motion sickness and increased the rotation time.

Introdução

A desorientação espacial do piloto é um fator contribuinte em 12 % de todos os acidentes aeronáuticos civis e em 20 % dos militares. Em solo, as referências de orientação em vôo são dadas pela gravidade e pelo horizonte. Nos vôos aéreos, a desorientação é ocasionada pela ação da aceleração linear ou rotacional sobre o sistema vestibular. Durante a aceleração rotacional, de interesse neste estudo, quando um canal semicircular é colocado em movimento, o fluido no seu interior, a endolinfa, move-se defletindo a cúpula da crista ampular, identificando assim o movimento correto. Após alguns segundos, porém, a endolinfa atinge a mesma velocidade de giro dos canais semicirculares e a cúpula volta à posição normal (sem deflexão), informando ao sistema nervoso, de forma ilusória, que o giro não está mais ocorrendo (causa de acidente aéreo em curva longa). Quando o movimento de giro cessa realmente, por inércia, a endolinfa força a deflexão da cúpula no sentido do giro, transmitindo a falsa informação de que se iniciou um giro na direção oposta (causa de acidente aéreo em manobra de parafuso) (Benson e Burchard, 1973).

A exposição à microgravidade durante as missões espaciais ocasiona cinetose espacial imediata, que pode durar horas ou dias, conhecida como Doença da Locomoção Espacial. Cerca de 50% dos cosmonautas russos e 70% dos astronautas norte-americanos apresentam sintomas desta patologia durante as primeiras horas no espaço (Gorgiladze e Bryanov, 1989).

Centros de pesquisa em todo o mundo vêm se dedicando ao estudo desta patologia para permitir uma adaptação mais rápida e melhor do ser humano à microgravidade. Ainda que não bem compreendida a sua etiologia, teorias têm sido propostas para explicá-la, sendo as mais aceitas a teoria do deslocamento do sangue da parte inferior para a superior do corpo (Barret e Lokhandwala, 1981; Parker *et al.*, 1983) e a teoria do conflito sensorial (Reason e Brand, 1975), ambas secundárias à exposição do ser humano à microgravidade.

Os sintomas presentes na cinetose espacial e na desorientação em vôos aeronáuticos, como cefaléia, náuseas, vômitos, diminuição cognitiva e apatia, afetam a segurança de vôo e devem ser, sempre que possível, evitados. Um medicamento comumente utilizado para prevenir a ocorrência desta sintomatologia é a escopolamina (Brand e Perry, 1966). A escopolamina antagoniza competitivamente os efeitos da acetilcolina nos receptores muscarínicos, inibe a inervação parasimpática, e assim reduz a secreção e a motilidade gastrintestinais. Como antivertiginoso atua, prima-

riamente, diminuindo a excitabilidade dos receptores labirínticos e deprimindo a condução na via cerebelar-vestibular. Como efeitos adversos, pode provocar sonolência (o mais comum), taquicardia, dilatação pupilar, paralisia da acomodação ocular, relaxamento da musculatura lisa (intestino, brônquios, vias biliares, bexiga) e inibição da secreção ácida gástrica (Wood *et al.*, 1985). Pesquisas realizadas na NASA demonstraram que a escopolamina possui maior eficácia na prevenção da sintomatologia da cinetose espacial quando combinada a uma anfetamina, o que reduz a ocorrência de efeitos adversos (Rang, 1996). Sua ação anti-emética máxima ocorre 1 a 2 h após sua administração (Wood *et al.*, 1985; Korokolvas, 2001).

Para conseguir simular estes sintomas e melhor estudar o efeito preventivo de medicamentos, utilizam-se testes rotacionais na Cadeira de Bárány (Bles *et al.*, 1984; Borison, 1985), que consiste em uma cadeira montada em uma plataforma giratória, onde o piloto ou o astronauta é sentado e girado pelo instrutor. No entanto, a rotação, muitas vezes manual, não é feita com uma aceleração constante, o que possibilita a percepção da variação dos impulsos e mantém o indivíduo orientado. A solução para o problema é justamente o escopo deste artigo, que descreve a construção e o aperfeiçoamento de uma Cadeira de Bárány, ou rotatória, eletricamente controlada (CREC) e sua validação, através da realização de um estudo que objetivou avaliar o efeito da escopolamina na prevenção da cinetose espacial.

Materiais e Métodos

Para confeccionar a CREC (Figura 1) com as especificações indicadas na Tabela 1, foi usada a estrutura de uma antiga cadeira odontológica que possui um eixo giratório em uma base robusta na qual foram adaptados os componentes do sistema motor, com o objetivo de gerar o movimento da cadeira. Internamente, no eixo central, adaptou-se um par de rolamentos de encosto para diminuir o atrito e, conseqüentemente, reduzir o esforço do motor. A Figura 2 apresenta a vista explodida da CREC.

A região superior do eixo possui uma chapa soldada no topo, que foi aparafusada ao assento da CREC. A extremidade inferior do eixo é rotulada através de rolamento engastado dentro da base da CREC, o qual permite o livre giro do eixo e, conseqüentemente, da cadeira.

Um apoio para cabeça foi confeccionado em tubo galvanizado pintado, possuindo um anteparo semi-elíptico emborrachado em sua extremidade distal.

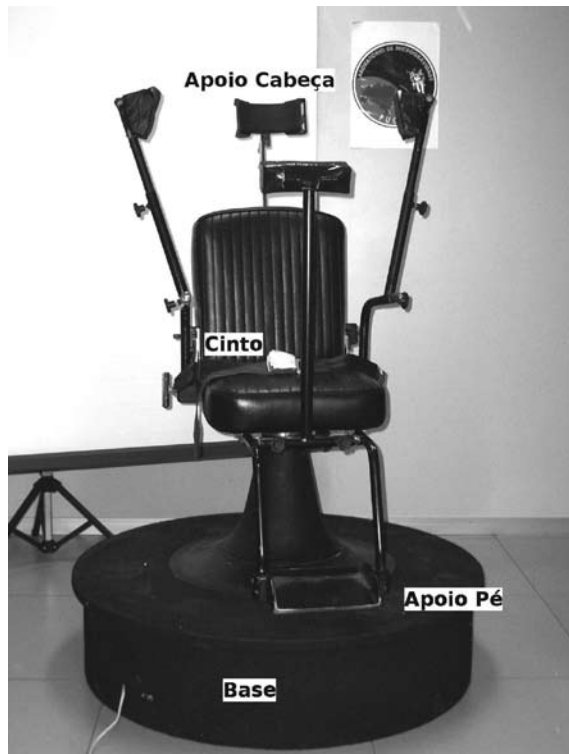


Figura 1. Cadeira Rotatória Eletricamente Controlada (CREC) desenvolvida no Laboratório de Microgravidade - IPCT/PUCRS. **Figure 1.** Electrically Controlled Rotary Chair (ECRC) developed by the Microgravity Lab- IPCT/PUCRS.

Tabela 1. Especificações finais da CREC

Table 1. Final specifications of ECRC

Parâmetro	Especificação
Patamar de rotação	10-40 rpm
Carga acidental máxima	100 kg
Tempo estimado de teste	20-30 min
Variação da aceleração no patamar teste	0 rad/s ²

Um apoio para os pés também foi introduzido, tendo por objetivo evitar que os membros inferiores afetem o balanceamento dinâmico da CREC, fazendo o sistema girar excentricamente. Adicionou-se um cinto de segurança, com modelo semelhante aos utilizados na aviação comercial, para manter o indivíduo estável durante os testes e aumentar assim o seu conforto e a sua segurança. A CREC foi montada em uma base de madeira a fim de permitir que o trem de tração (motor e transmissão) fique no interior da base, gerando menos ruído e conferindo mais segurança, pois toda a parte elétrica e o sistema de polias foram acomodados dentro desta carenagem.

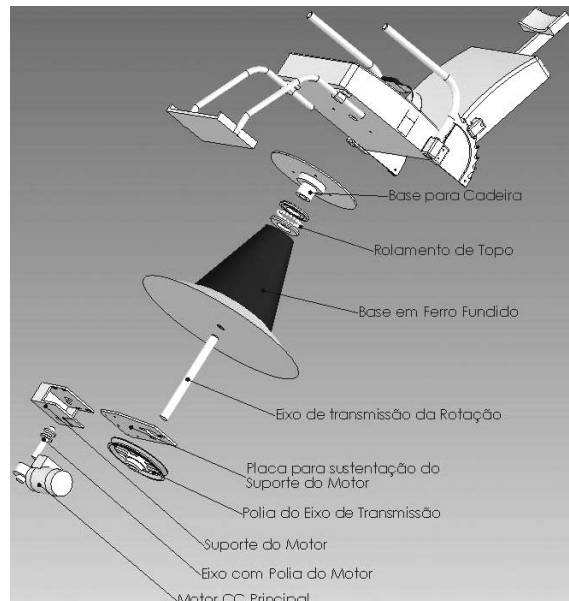


Figura 2. Vista explodida da CREC. **Figure 2.** Exploded view of the ECRC.

O conjunto propulsor (Figura 3) consta em um motor elétrico de corrente contínua de 24 V, que possui uma rotação nominal de 3.000 rpm. Com o objetivo de aumentar o torque e diminuir a rotação foi usado um redutor com fator de redução de 15:1. A transmissão de movimento entre o motor e o eixo da CREC é feita através de duas polias de canal e uma correia de perfil trapezoidal modelo “A29”. A relação entre a polia motora e a movida é de 5:1, sendo o ajuste de tensão da correia feito através de furo oblongo.

A rotação final do sistema é calculada pela expressão:

$$R_f = [(R_m / r) / R_p] \tag{1}$$

onde R_f : Rotação final; R_m : Rotação do motor; r : Fator do redutor; R_p : Relação das polias.

Logo, a rotação final nominal é $R_f = 40,0$ rpm. Este valor de rotação máxima é satisfatório, pois os testes rotacionais em seres humanos são, em geral, realizados entre 10 rpm e 35 rpm.

O controle da rotação é baseado em um circuito eletrônico (saída ajustável de 0-24 Vcc, 4 A) PWM modulado em 10 kHz, ajustado por um potenciômetro. Foi utilizado um tacômetro digital para indicar a velocidade de rotação da CREC.

Testes de validação da CREC

Para validar o uso da CREC como simulador de desorientação espacial, foi elaborado um protocolo de pesquisa, com a intenção de testar os efeitos de um medicamento, a escopolamina, na prevenção

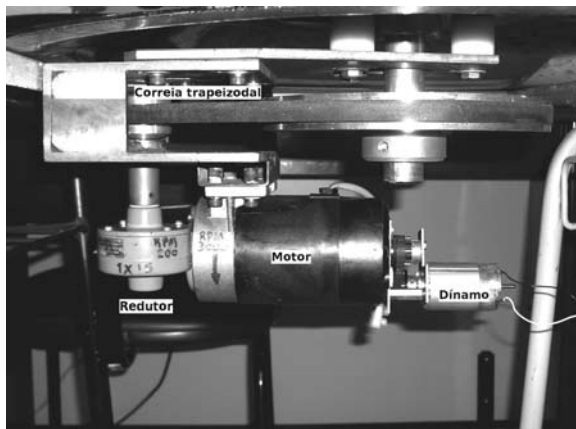


Figura 3. Sistema de tração da CREC
Figure 3. Traction system of ECRC.

dos sinais e sintomas desta patologia. O estudo de validação da CREC, intitulado “Avaliação do Efeito da Escopolamina no Tratamento da Desorientação e da Cinetose Espaciais”, foi aprovado pelo Comitê de Ética da PUCRS, e todos voluntários assinaram um consentimento informado antes de iniciarem a sua participação na pesquisa.

Doze indivíduos saudáveis, do sexo masculino, entre 18 e 22 anos, foram selecionados a participar deste estudo duplo cego randomizado, através de uma avaliação clínica. Critérios de exclusão incluíram o uso de medicamentos e/ou a presença de distúrbios neurológicos, cardiovasculares e gastrointestinais que pudessem prejudicar a avaliação dos testes. Cada voluntário realizou duas sessões de teste em dias diferentes, recebendo, de forma randomizada, ou a escopolamina 0,3 mg ou o placebo de lactose com 100 ml de água, 1 h antes do teste na CREC. Ambos comprimidos foram colocados dentro de cápsulas azuis de gelatina dura de número zero para que fossem visualmente iguais. O voluntário deveria estar em jejum e era solicitado voltar ao laboratório 1 h após a administração oral da cápsula. O teste iniciava-se com o voluntário sendo posicionado na CREC, colocando o cinto de segurança e uma venda nos olhos. A cadeira era, então, acionada a 25 rpm. O voluntário era orientado a mover a cabeça 45° em direção às hastes acopladas à CREC e posicionadas à frente, atrás e nas laterais direita e esquerda. O movimento era indicado por um programa de voz computadorizado, no qual o tempo dos movimentos era rigorosamente controlado. Entre um ciclo e outro de movimentos, havia uma pausa de 30 s.

Os sinais da cinetose espacial, como palidez, sudorese, desorientação e vômito, foram dados observados pelo pesquisador e os seus sintomas, náusea, tontura, dor de cabeça, zumbido e escotomia, reportados pelos

voluntários durante e após cessar o teste na CREC. O intervalo máximo de tempo entre início e término de cada sessão de teste era de 30 min. O teste também poderia ser interrompido a qualquer momento por solicitação do voluntário. Em ambos os casos, efetua-se o registro do tempo de teste de cada sessão para cada voluntário.

A análise dos dados foi realizada através de um teste “t” pareado, com nível de significância de $p < 0,05$. O percentual da ocorrência de sinais e sintomas foi calculado para o total de voluntários.

Resultados

A velocidade média nos testes foi de 25 rpm, sendo as máximas e mínimas iguais a 26,4 rpm e 23,8 rpm, respectivamente, aferidas pelo um tacômetro. A rotação da cadeira foi considerada efetiva para ocasionar os sinais e sintomas característicos da cinetose espacial e a pequena variação na rotação da cadeira foi considerada desprezível, uma vez que não tem repercussão na fisiologia do sistema vestibular humano.

O cinto de segurança de dois pontos, com modelo semelhante aos utilizados na aviação comercial, foi eficiente para manter o voluntário estável durante os testes e aumentar, assim, o seu conforto e segurança.

A base de madeira gerou menos ruído e conferiu mais segurança, pois toda a parte elétrica e o sistema de polias ficaram acomodados dentro de sua base, o que contribuiu para diminuir a chance de orientação espacial do voluntário através da identificação do som do motor.

Os dados da Tabela 2 demonstram que os voluntários obtiveram um tempo médio de rotação de 711,25 s sob o efeito da escopolamina, que foi reduzido para 471,67 s quando o placebo foi administrado ($p < 0,05$).

Tabela 2. Intervalo de tempo (s) entre o início do teste na CREC e o término
Table 2. Time interval (s) between the beginning and the end of the rotation sessions

Voluntário	Tempo(s)	
	Escopolamina	Placebo
01	550	290
02	983	840
03	253	201
04	224	149
05	1800	1800
06	202	205
07	1146	339
08	247	218
09	25	25
10	92	90
11	1800	892
12	1213	611
Média	711,25	471,67
EP (+/-)	188	146

Os resultados da avaliação dos sinais e sintomas de desorientação espacial são apresentados na Tabela 3. Cem por cento dos voluntários que receberam o placebo apresentaram palidez, sudorese e náusea, e 92% referiram desorientação. Estas porcentagens foram reduzidas para em torno de 70% (67% a 75%), quando o voluntário estava sob o efeito da escopolamina.

Discussão

A Cadeira Rotatória Eletricamente Controlada mostrou-se eficiente como instrumento de cinetose espacial, em virtude de se conseguir uma velocidade desejada e mantê-la constante, evitando assim que o indivíduo permanecesse orientado através da percepção da variação brusca da aceleração do equipamento. A variação da rotação da cadeira entre 26,4 rpm e 23,8 rpm não provoca alteração significativa no efeito sobre o sistema vestibular humano.

A velocidade adotada para gerar a cinetose espacial em seres humanos, utilizando-se como ferramenta a Cadeira de Bárány ou Rotatória, varia de 15 rpm a 40 rpm. No estudo de Amin e Girardi (2004), a velocidade de 30 rpm foi adotada nas sessões de teste. Nas pesquisas de Pavlou *et al.* (2003), a velocidade de rotação usada foi de 15 rpm. O instrumento construído e relatado no presente estudo apresenta velocidades mínima e máxima de 10 rpm e 40 rpm respectivamente, uma vez que a CREC não foi desenhada apenas para o experimento descrito neste artigo. A CREC será utilizada em outras pesquisas com diferentes protocolos e para a demonstração da desorientação e da cinetose espacial nos meios acadêmico, aeronáutico civil e militar.

Quanto à validação do equipamento, optou-se por comparar os efeitos causados após a administração de escopolamina, a droga de escolha para a prevenção da cinetose espacial, em relação ao uso do placebo. Cabe

salientar que a utilização do placebo em qualquer tipo de experimento pode afetar a resposta psíquica a diferentes testes, o que, por sua vez, pode interferir na coleta dos dados, na avaliação dos resultados e nas conclusões inferidas. No entanto, sua utilização em estudos duplo-cegos se faz necessária para a obtenção de resultados mais confiáveis (Wood *et al.*, 1988). Marc *et al.* (2002) utilizaram o placebo como meio de averiguar os efeitos da cinarizina, um medicamento também usado para combater os sinais e sintomas da desorientação espacial, na performance mental a uma angulação de 6º negativos, método que simula alguns dos efeitos da microgravidade sobre a fisiologia humana por promover o deslocamento de sangue e fluídos corporais da parte inferior para a superior do corpo. Neste estudo, comprovou-se o efeito deletério da cinarizina em relação ao placebo nas funções cognitivas avaliadas, havendo diminuição no tempo de reação e redução no percentual de acerto, o que indicou uma depressão na performance mental do voluntário, principalmente após 4 h da administração do medicamento.

Em 1965, Wood e colaboradores reportaram que a escopolamina, administrada em doses de 0,6 mg a 1,0 mg, foi 90% efetiva na prevenção da cinetose espacial (Wood *et al.*, 1965). Doses orais variando de 0,3 mg a 1,2 mg resultaram em 27% a 95% de proteção na desorientação em relação ao placebo (Wood, 1987). No presente estudo, a comparação mostrou que a porcentagem de ausência dos sinais e sintomas foi maior com o uso da escopolamina na dose oral de 0,3 mg, administrada 1 h antes do início das sessões de rotação.

Estudos desta natureza, onde se procura simular o efeito do ambiente de gravidade reduzida, são altamente úteis tendo em vista sua área de aplicação.

Tabela 3. Comparação do efeito da escopolamina e do placebo (%) sobre a sintomatologia da desorientação espacial durante os testes na CREC **Table 3.** Comparison of the effects of scopolamine and placebo on the symptomatology of motion sickness during the tests on the ECRC

	Escopolamina Presença de Sintomatologia	Placebo Presença de Sintomatologia
Sinais	Palidez	75%
	Sudorese	67%
	Desorientação	67%
	Vômito	-
Sintomas	Náusea	67%
	Tontura	67%
	Cefaléia	17%
	Zumbido	-
	Escotomia	-

Os resultados obtidos em tais estudos aplicam-se na área acadêmica, por meio do treinamento de pilotos em faculdades de ciências aeronáuticas e aeroclubes, bem como na área científica, por meio de projetos de pesquisa que estudem o sistema vestibular no ambiente aéreo e espacial.

Conclusão

A velocidade média 25 rpm da CREC durante os testes foi satisfatória, mostrando um excelente controle de sua rotação. A avaliação dos sinais e dos sintomas apresentados pelos voluntários durante as sessões na CREC são compatíveis com os atribuídos à desorientação e cinetose espaciais.

A escopolamina, medicamento utilizado na prevenção da sintomatologia da cinetose espaciais, comprovou sua eficiência, aumentando o tempo do teste de, 471,64 s para 711,25 s, e reduzindo os sinais e sintomas.

A Cadeira Rotatória Eletricamente Controlada, concebida, projetada, desenvolvida, aperfeiçoada e validada pelo Laboratório de Microgravidade/IPCT-PUCRS, mostrou ser um instrumento válido na simulação da cinetose espacial vivenciada por pilotos e astronautas durante suas missões. Desta forma, a CREC apresentada será uma ferramenta essencial para estudos do sistema vestibular e para o treinamento de pilotos e astronautas.

Referências

Amin, M.S., Girardi, M. (2004), "Rotary chair testing", E-Medicine. Disponível em: <http://www.emedicine.com/ent/topic480.htm>. Acesso em: 30 jan. 2004.

Barrett, R.J., Lokhandwala, M.F. (1981), "Circulatory and vestibular implications of central angiotensin mechanisms in physiological adaptation to weightlessness", *Medical Hypotheses*, v. 7, p. 1415-1419.

Benson, A.J., Burchard, E. (1973), *Spatial Disorientation in Flight: A Handbook for Aircrew*, France: NATO Advisory Group for Aerospace Research and Development.

Bles, W., de Jong, H.A.A., Oosterveld, W.J. (1984), "Prediction of seasickness susceptibility". In: *Motion Sickness: Mechanisms, Prediction, Prevention and Treatment. Conference Proceedings 372*, Neuilly-sur-Seine: AGARD/NAATO, p. 1-6.

Borison, H.L.A (1985), "A misconception of motion sickness leads to false therapeutic expectations", *Aviation Space and Environment Medicine*, v. 56, p. 895-925.

Brand, J.J., Perry, W.L.M. (1966), "Drugs used in motion sickness", *Pharmacological Review*, v. 18, p. 895-925.

Gorgiladze, G.I., Bryanov, I.I. (1989), "Space motion sickness", *Kosmicheskaja Biologija i Aviakosmicheskaja Meditsina*, v. 23, n. 3, p. 4-14.

Korokolvas, A. (2001), *Dicionário Terapêutico Guanabara*, Rio de Janeiro: Guanabara.

Marc, A.S., Russomano T., Santos, M.A. (2002), *Avaliação da Performance Mental Durante Simulação de Microgravidade com e sem Uso de Cinarizina. Trabalho de Final de Curso*, Faculdade de Farmácia, PUCRS, Porto Alegre, 20 p..

Parker, D.E., Tjernstrom, O., Ivarsson, A., Gullledge, W.L., Poston, R.L. (1983), "Physiological and behavioral effects of tilt-induced body fluid shifts", *Aviation Space and Environment Medicine*, v. 54, p. 402-409.

Pavlou, M., Wijnberg, N., Faldon, M.E., Bronstein, A.M. (2003), "Effect of semicircular canal stimulation on the perception of the visual vertical", *Journal of Neurophysiology*, v. 90, p. 622-630. Disponível em: <http://jn.physiology.org/cgi/content/full/90/2/622>. Acesso em: 30 jan. 2004.

Rang, H.P. (1996), *Pharmacology*, London: Royal Pharmaceutical Society.

Reason, J.T., Brand, J.J. (1975), *Motion Sickness*, London: Academic Press.

Wood, C.D. (1987), "Mechanisms of anti-motion sickness drugs", *Aviation Space and Environment Medicine*, v. 58, p. 262-265.

Wood, C.D., Kennedy, R.S., Graybiel, A. (1965) "Review of anti-motion sickness drugs from 1954-1964", *Aerospace Medicine*, v. 36, p. 1-4.

Wood, C.D., Manno, J.E., Mano, B.R., Redetzki, H.N., Wood, M.J. (1985), "Evaluation of anti-motion sickness drug side-effects on performance", *Aviation Space and Environment Medicine*, v. 56, p. 310-316.

Wood, C.D., Manno, J.E., Wood, M.J., Mano, B.R., Mims, M.E. (1988), "Comparison of efficacy of ginger with various antimotion sickness drugs", *Journal of Clinical Research and Drug Development*, v. 2, p. 120-136.

