

Artigo original

Estimulação do sistema vestibular no paciente neurológico grave

Stimulation of the vestibular system in patients with severe neurological impairment

Giovana Sposito, Ft., M.Sc.*, Ana Paula Guarnieri, Ft.*, Juliana Valéria Leite, Ft.***, Telma Dagmar Oberg***, Donizeti César Honorato, Ft.****, Patrícia Rigonatti Patarro, Ft.*****

.....
*Especialista em fisioterapia aplicada à neurologia adulta pela Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, **Supervisora da especialização de fisioterapia aplicada neurologia adulto da Unicamp, ***Coordenadora da especialização de fisioterapia aplicada à neurologia adulto da Unicamp, ****Médico, diretor da especialização de fisioterapia aplicada à neurologia adulto da Unicamp, *****Colaborador da pesquisa

Resumo

Objetivo: Verificar a influência da estimulação do sistema vestibular no paciente com rebaixamento do nível de consciência. **Métodos:** Participaram do estudo cinco pacientes com rebaixamento do nível de consciência. Todos foram submetidos a um protocolo de estimulação vestibular composto de movimentos com a cabeça, uma vez ao dia no período de internação na enfermaria de neuroclínica e neurocirurgia do HC da Unicamp. **Resultados:** Foi observado aumento da frequência cardíaca e frequência respiratória (de todos os pacientes) e pressão arterial (de apenas dois pacientes) durante e após a aplicação do protocolo, apresentando um decréscimo após dez minutos da estimulação vestibular. Na escala de Coma de Glasgow, dois pacientes apresentaram pequenas alterações não significativas. **Conclusão:** A estimulação do sistema vestibular influencia funções dependentes da formação reticular, porém, não foi suficiente para estimular o sistema ativador reticular ascendente, não alterando o nível de consciência.

Palavras-chave: estimulação vestibular, formação reticular, paciente neurológico grave.

Abstract

Objective: To verify the influence of stimulation of the vestibular system in patients with reduced level of consciousness. **Methods:** Five patients with reduced level conscience participated in the study. All of them were submitted to an initial protocol of stimulation composed of head movements once a day during an hospitalization in a neurosurgery and neuroclinic unit of the HC of Unicamp, Campinas/SP. **Results:** Increasing in heart rate and respiratory frequency (all patients) and blood pressure (only two patients) was observed during and after protocol application, showing decrease after ten minutes of vestibular stimulation. The Glasgow Coma Scale showed that two patients had small but not significant changes. **Conclusion:** The stimulation of vestibular system influences functions dependent of the reticular formation; however, it was not sufficient to stimulate the ascending reticular activating system and to modify level of consciousness.

Key-words: vestibular stimulation, reticular formation, serious neurological patient.

Recebido em 13 de novembro de 2008; aceito em 12 de março de 2009.

Endereço para correspondência: Giovana Sposito, Rua Saldanha Marinho, 19, Jardim Santana, 13902-070 Amparo SP, Tel: (19) 3807-3693, E-mail: gigi.sposito@uol.com.br

Introdução

O aparelho vestibular tem a função de transmitir influxos sinalizadores da posição da cabeça no espaço, assim como mudanças na posição cefálica através dos impulsos originados por acelerações lineares e angulares [1,2].

A orientação e os movimentos da cabeça em relação ao corpo são transmitidos aos centros nervosos a partir dos proprioceptores do pescoço e do corpo diretamente pelos núcleos vestibulares e reticulares do tronco encefálico (TE), e indiretamente por meio do cerebelo [3,4].

Pacientes portadores de lesões vestibulares devem ser estimulados para que ocorra a recuperação da atividade. Mecanismos alternativos como substituição sensorial, motricidade ocular e predição e antecipação podem suprir a perda da função vestibular através da plasticidade neural [5].

Andersen [6], ao observar as interações corticais entre os processamentos centrais, vestibulares, visuais e somatossensitivo, concluiu que a influência dos sinais vestibulares no processamento cortical é incipiente.

A estimulação vestibular em indivíduos conscientes com disfunções no aparelho vestibular é benéfica, como mostra a literatura. Porém, pouco se sabe qual será a influência dessa estimulação em indivíduos graves com rebaixamento do nível de consciência.

A consciência é definida como o conhecimento de si próprio e do ambiente. Ela é formada por conteúdo de consciência (soma de todas as funções cognitivas e afetivas do ser humano) que é dependente do córtex cerebral, e o nível de consciência (grau de alerta comportamental que o indivíduo apresenta) que depende da interação entre a formação reticular e o córtex cerebral como um todo [1,7,8].

Acredita-se que, além da influência na Pressão Arterial (PA), Frequência Cardíaca (FC), Frequência Respiratória (FR) e no comportamento motor, a formação reticular tem uma grande importância no controle do nível da consciência com dupla influência, tendo efeito ativador e desativador, relacionado com a manutenção do funcionamento cortical modulado por impulsos sensitivos específicos. Um dos seus componentes, essencial ao despertar por controlar o ciclo sono e vigília denomina-se Sistema Ativador Reticular Ascendente (SARA). Para tal destacam-se dois grupos de núcleos, um na região interna da ponte, que quando estimulado mantém o indivíduo acordado, e outro na região interna do bulbo, que é responsável pelo sono [9].

Há uma interação evidente entre o SARA e o sistema vestibular, uma vez que o SARA recebe projeções de fibras aferentes vestibulares através do nervo vestibular. Com a estimulação do sistema vestibular pode-se produzir um efeito generalizado sobre o tônus e aumento da intensidade de prontidão e atenção, através da interação com a formação reticular [10].

Através do nervo vestibular, o aparelho vestibular faz conexões com os núcleos vestibulares localizados no TE. Esses núcleos apresentam conexões aferentes e eferentes com

a formação reticular. Essas conexões influenciam os reflexos vestibulocular e vestibuloespinal e afetam também o sistema nervoso autônomo. Atividades excessivas na conexão da formação reticular e os núcleos vestibulares podem resultar em náuseas, vômitos e alterações da consciência [11-13].

Buscamos uma intervenção no SARA de maneira indireta através da estimulação vestibular fundamentando-se na interação entre o sistema vestibular e a formação reticular da qual o SARA faz parte. A estimulação vestibular consiste em estimular receptores vestibulares por movimentos rotatórios e lineares que incluem aceleração e desaceleração por diferentes posições da cabeça. As repercussões serão analisadas através da verificação de possíveis alterações no comportamento motor, sinais vitais e principalmente no nível de consciência dos pacientes estudados.

Este estudo tem como objetivo verificar a influência da estimulação do sistema vestibular no paciente com rebaixamento do nível de consciência.

Material e métodos

Foram analisados cinco pacientes das enfermarias de neuroclínica e neurocirurgia do Hospital de Clínicas da Unicamp, no período de agosto de 2005 a janeiro de 2006, escolhidos aleatoriamente.

Foram incluídos no tratamento, pacientes com comprometimento neurológico em estado de coma ou EVP com valor da ECG igual ou menor a oito. Os sujeitos foram selecionados independentes do sexo, idade, tipo ou localização da lesão neurológica, além de apresentarem sinais vitais estáveis (FC, FR, PA) e temperatura corporal entre os valores de 36 a 37.2 graus [14] que são considerados normais.

Foram excluídos pacientes em coma induzido por medicação sedativa, com sinais vitais instáveis, fratura instável cervical e/ou craniana, uso de derivação ventricular externa, septicemia e presença de deformidades que impedissem a avaliação.

Os responsáveis legais autorizaram o estudo através do termo de consentimento livre e esclarecido. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas, conforme Resolução 196/96.

Instrumentos de medida

Foram avaliados nos pacientes:

- 1) Escala de Coma de Glasgow (ECG), que analisa três aspectos do coma independentes, abertura ocular onde o valor varia de 1 a 4, resposta motora variando de 1 a 6 e resposta verbal com valores de 1 a 5. A pontuação mínima 3 caracteriza mau prognóstico e a máxima 15 recuperação completa do nível de consciência.
- 2) Sinais vitais: PA, considerada estável a sistólica entre 100 a 140 mmHg e a diastólica entre 60 a 80mmHg; FC entre 50 a 100 bpm para serem considerados estáveis e FR entre 12 a 24rpm [14].

- 3) Reflexo de Blinking, estímulo de ameaça ocular, com aferência em nervo óptico e eferência o nervo oculomotor.
- 4) Tônus muscular, baseado na escala de Ashworth, através da mobilização passiva do membro. Foram avaliados os músculos bíceps braquial, flexores de punho e dedos, adutores de quadril, isquiotibiais e plantiflexores.

Procedimentos

Os valores foram obtidos antes, ao término e após dez minutos da aplicação do protocolo. Esse protocolo foi aplicado uma vez ao dia em horários não determinados, até sua alta hospitalar, óbito, ou obtenção de movimentação voluntária representada por 5 ou 6 na resposta motora da ECG.

A aplicação consiste em posicionar o paciente em decúbito dorsal, cabeceira a zero grau, cabeça na posição neutra e membros superiores dispostos ao longo do corpo. O terapeuta posiciona-se atrás da cabeça do paciente para mobilizar a região cervical.

A cada aplicação do protocolo foram realizadas dez séries de exercícios com um minuto de intervalo entre cada série para que não ocorresse habituação, e assim, evitar a perda da percepção que poderia ocasionar uma diminuição na amplitude das respostas. Após cada movimento a cabeça era recolocada em posição neutra. Em cada série foi realizado um movimento de flexão, inclinação lateral à direita, inclinação lateral à esquerda, rotação à direita e rotação à esquerda.

Durante cada movimento executado no paciente, bem como, no intervalo de um minuto dado entre as séries, foram registradas possíveis mudanças na FC e possíveis respostas motoras dos membros, boca e olhos do paciente.

Foi verificada a administração de medicamentos que alterassem os sinais vitais, caso isso ocorresse, haveria uma espera no mínimo de trinta minutos para a aplicação do protocolo. A terapia seria interrompida em decorrência de qualquer instabilidade do quadro.

Resultados

Todos os pacientes eram do sexo masculino, com idade média de 58,4 anos, a patologia e a quantidade de dias de atendimento de cada paciente estão descritas na Tabela I.

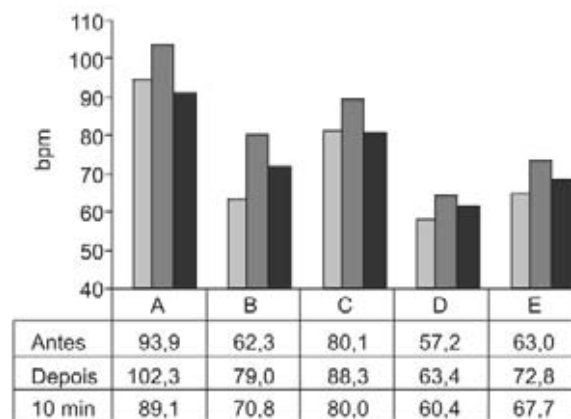
Tabela I - Característica dos pacientes.

Sujeitos	Sexo	Idade	Patologia	Dias de atendimento
A	M	24	TCE + HAS + LAD	7
B	M	65	SCJ	6
C	M	73	Aneurisma + HSA	8
D	M	58	SCJ	5
E	M	72	TU fossa posterior	6

TCE = traumatismo crânio encefálico; HSA = hemorragia subaracnóidea; LAD = lesão axonal difusa; SCJ = Síndrome de Creutzfeldt-Jakob; TU = tumor.

Variações na FC foram observadas com a estimulação vestibular, como mostra a Figura 1. Observa-se o aumento da FC durante a aplicação do protocolo, sofrendo uma queda dez minutos após o término.

Figura 1 - Comparação da média de Frequência Cardíaca dos pacientes antes, depois e após 10 minutos da aplicação do protocolo.



Durante a aplicação do protocolo foram observadas reações motoras de membros, reflexo de Blinking, movimentos oculares e os atos de piscar e deglutir, assim como a frequência de tais reações de cada paciente.

A Tabela II ilustra a comparação entre os valores médios dos três itens avaliados na ECG (Abertura Ocular, Resposta Motora e Resposta Verbal), antes, depois e dez minutos após o término da estimulação vestibular entre os pacientes.

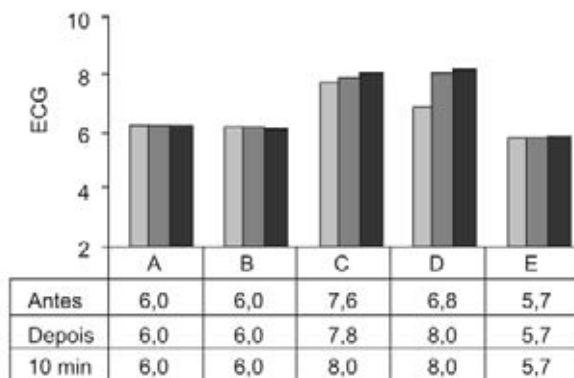
Tabela II - Comparação entre a média das pontuações em cada item da ECG antes, depois e dez minutos após a estimulação vestibular.

Pa- cien- tes	Abertura ocular			Resposta motora			Resposta verbal		
	An-tes	De- pois	10 Min	An-tes	De- pois	10 Min	An-tes	De- pois	10 Min
A	1	1	1	4	4	4	1	1	1
B	4	4	4	4	4	4	1	1	1
C	3,1	3,2	3,3	4	4	4	1	1	1
D	2,6	3,4	3,4	4	4	4	1	1	1
E	1	1	1	3,6	3,6	3,6	1	1	1

10 min = 10 minutos após a aplicação do protocolo.

Observa-se um aumento progressivo no valor total da ECG no paciente C, variando de 7,6 (valor inicial) para 7,8 (após a estimulação vestibular) e estabilizando em 8 (após dez minutos da aplicação do protocolo). O paciente D aumentou sua pontuação total na ECG de 6,8 (valor inicial) para 8 após a estimulação vestibular, ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Comparação da média dos valores totais da ECG entre os pacientes.



Discussão

Todos os pacientes obtiveram aumento da FC após iniciar o protocolo e durante sua aplicação, como pode ser observado na Figura 1, tal fato pode estar relacionado com estímulos desencadeados na área controladora da FC. Caloresu, Faiers e Mogenson [11] observaram que alterações de parâmetros de estímulos (como a frequência e intensidade) na formação reticular podem determinar se a pressão do sangue aumenta ou diminui. Brodal [9] obteve um aumento da PA e FC; certificando-se que a estimulação da formação reticular exerce função sobre o coração e sobre a circulação periférica. Porém, em nosso estudo pouco se notou a alteração da PA ao término do tratamento. A pouca variação da PA nesse estudo pode estar relacionada com a estimulação indireta da formação reticular através da estimulação vestibular, que talvez não tenha sido suficiente para alterar os valores da PA [9,11].

Também foi notado o aumento da FR durante a aplicação do protocolo. Brodal [9] afirma que há neurônios reticulares relacionados com a respiração que influenciam o seu ritmo e que essas atividades podem ser influenciadas por impulsos aferentes de muitas origens. Supomos que a alteração na FR dos pacientes seja devido à aferência dos núcleos vestibulares com a formação reticular influenciada pela estimulação vestibular [14].

Durante a estimulação vestibular foi observado movimentos nos membros, apenas o paciente B não apresentou movimentações durante a estimulação. Brodal [9] afirma que a formação reticular atua na modificação da atividade motora juntamente com outras estruturas tais como os núcleos vestibulares e o córtex motor; assim como essas estruturas atuam diretamente na formação reticular. Além disso, as projeções dos núcleos vestibulares e conexões para o córtex cerebral permitem que a formação reticular possa agir sobre o sistema motor espinhal indiretamente [11].

Rhines e Magoun *apud* Brodal [9] demonstram que a estimulação elétrica na formação reticular em níveis mais rostrais na ponte e mesencéfalo em macacos provocam efeitos

facilitatórios na atividade motora, influenciando também os reflexos miotáticos e o tônus muscular.

A estimulação da região bulbar que origina as fibras reticuloespinais, registra potenciais inibitórios pós-sinápticos em motoneurônios flexores e extensores. Jamkauska [15] afirma que esses potenciais registrados ocorrem devido à conexão das fibras reticuloespinais com a medula.

Pompeiano [16], ao estudar a fisiologia da influência da formação reticular sobre a medula, registra reflexos espinhais através de motoneurônios deflagrados por impulsos aferentes da formação reticular.

Apesar de a literatura demonstrar grande correlação entre a formação reticular e o tônus muscular devido à conexão direta da formação reticular com as fibras reticuloespinais, a aplicação da estimulação vestibular não obteve influência na alteração do tônus dos pacientes em nosso estudo. A estimulação indireta da formação reticular pelos estímulos vestibulares e/ou a gravidade das afecções neurológicas dos pacientes podem ter contribuído para invariabilidade do tônus muscular nesses indivíduos.

Movimentos oculares e o piscar dos olhos também foram observados nos pacientes. Cohen [17] observa que a estimulação natural de um ducto semicircular em gatos provoca movimentos dos olhos e a estimulação de um nervo de um ducto resulta em desvios conjugados dos olhos no plano do ducto.

Tarlov [18] demonstra conexões dos núcleos vestibulares com o TE alto, principalmente com os núcleos dos músculos oculares em gatos. A maioria das fibras vestibulares ascendentes termina nos núcleos da musculatura extrínseca dos olhos, ou seja, III, IV e VI pares de nervos cranianos que predominantemente recebe seus aferentes pelo núcleo vestibular cranial e parte rostral do núcleo medial. Porém grupos celulares dos núcleos do VI par parecem suprir a musculatura extrínseca do III e IV pares.

Acreditamos que os movimentos oculares bem como o ato de piscar apresentados pelos pacientes sejam decorrentes da estimulação vestibular atuando sob os pares de nervos cranianos III, IV e VI, onde seus núcleos se encontram no TE, principalmente o VI par responsável pelo ato de piscar.

Já é de conhecimento a correlação do SARA com o ciclo sono vigília e sua atuação sobre o estado de consciência e inconsciência dos indivíduos juntamente com o córtex cerebral. Brodal [9] comprova que a estimulação da formação reticular pode alterar respostas corticais em animais, também certificou a existência de uma atividade tônica no SARA sustentada por estímulos aferentes. O'Sullivan [10] afirma que estímulos podem interferir no SARA influenciando o aumento da atenção e alerta.

A estimulação indireta da formação reticular através de estímulos vestibulares em pacientes neurológicos graves provocou no paciente A em um dos dias de aplicação o esboço do reflexo de Blinking após o protocolo; porém dez minutos após o fim da estimulação o reflexo de Blinking voltou a

ser ausente. Esta pequena alteração no reflexo de Blinking, passando de ausente para esboço do reflexo, não pode ser interpretada como uma melhora significativa da perceptividade do indivíduo, uma vez que não foi acompanhada de outras alterações que sugerissem melhora do nível de consciência.

Os pacientes C e D apresentaram modificações na ECG no item de resposta ocular em dois dias de aplicação do protocolo, ilustrado na figura 4. Em uma estimulação o paciente C iniciou a estimulação com abertura ocular ao estímulo doloroso, ao término apresentava abertura ocular ao estímulo verbal e na avaliação após dez minutos ao fim da aplicação, apresentou abertura ocular espontânea. Em outra estimulação o mesmo paciente apresentava abertura ocular ao estímulo verbal no começo da estimulação apresentando a mesma resposta ao fim da aplicação, entretanto, apresentou abertura ocular espontânea na avaliação após dez minutos do fim da estimulação. O paciente D apresentava ao início de uma estimulação, abertura ocular ao estímulo doloroso, ao término e dez minutos após passou a apresentar abertura ocular espontânea. Em outro dia de aplicação do protocolo o mesmo paciente iniciou sem abertura ocular progredindo ao término e dez minutos após com abertura ocular espontânea.

Apesar de ser remota a alteração da consciência, a estimulação indireta na formação reticular pela estimulação vestibular causou alteração de algumas funções avaliadas. O fato de não proporcionar grandes modificações nos níveis de consciência dos indivíduos pode estar relacionado com a gravidade das lesões no sistema nervoso central.

Embora o estudo mostre alterações de vários dados analisados ao fim do protocolo, os mesmos dados voltavam a valores semelhantes ao início da aplicação. Tal fato pode sugerir que essa estimulação não produz retenção e influencie respostas apenas no momento da aplicação, porém em um estudo feito por Guarnieri [19], com a aplicação deste mesmo protocolo em pacientes neurológicos leves, observou-se um considerável aumento na ECG imediatamente após a aplicação da estimulação, e esta melhora do nível de consciência foi retida.

Foram observadas alterações significativas nas funções que são de responsabilidade da formação reticular através da estimulação vestibular, porém a estimulação não foi suficiente para influenciar o nível de consciência provavelmente devido à complexidade entre as estruturas que trabalham juntamente com o SARA no controle do ciclo sono-vigília.

Conclusão

Com base nos resultados obtidos, verificou-se que a aplicação do protocolo em pacientes neurológicos graves desencadeou alterações na FC, FR e reações motoras através da estimulação indireta na formação reticular, porém estas alterações somente foram observadas durante e após a aplicação do protocolo sendo que, após dez minutos, retornaram a valores

semelhantes aos do início da aplicação, mostrando assim que não ocorreu retenção dos estímulos transmitidos através do sistema vestibular. A estimulação não foi suficiente para causar alterações em relação ao nível de consciência provavelmente devido à complexidade da interação do SARA com centros superiores para a manutenção do nível de consciência.

Referências

1. Doretto D. Fisiopatologia clínica do SN – Fundamentos da semiologia. 2ª ed. São Paulo: Atheneu; 2001.
2. Eisenberg MS, Copan MK. Terapêutica em emergências clínicas. 3ª ed. São Paulo: Roca; 1990.
3. Guyton AC, Hall JE. Tratado de fisiologia médica. 9ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1997.
4. Torrezan LA, Mecatti MS, Torello EM, Cardoso AL, Oliveira R. Elaboração de protocolo de posicionamento de pacientes comatosos [tese]. Araras: Centro Universitário Hermínio Ometto; 2003.
5. Herdmen SJ. Reabilitação vestibular. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2002.
6. Andersen RA, Shenoy KV, Snyder LH, Bradley DC, Crowell JA. The contributions of vestibular signals to the representations of space in the posterior parietal cortex. In: Otolith function in spatial orientation and movement. New York: Annals of the New York Academy of Sciences; 1999. p. 282-92.
7. Nitirini R, Bacheschi LA. A neurologia que todo médico deve saber. São Paulo: Santos-Maltese; 1997.
8. Knobel E. Condutas no paciente grave. 2ª ed. São Paulo: Atheneu; 1999.
9. Brodal A. Anatomia neurológica - com correlações clínicas. 3ª ed. São Paulo: Roca; 2003.
10. O'Sullivan, Susan B, Schimitz TJ. Fisioterapia: avaliação e tratamento. São Paulo: Manole; 2004. 1152p.
11. Calaresu FR, Faiers AA, Mogenson GJ. Central neural regulation of heart and blood vessels in mammals. *Neurobiology* 1965;5:1-35.
12. Adams RD, Victor M, Ropper AH. Neurologia. 6ª ed. Rio de Janeiro: MCGrawHill; 1998.
13. Ekman LL, Esbérard CA. Neurociência - fundamentos para a reabilitação. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002.
14. Scalan CL, Wilkins RL. Fundamentos da terapia respiratória de Egan. 7ª ed. São Paulo: Manole; 2000.
15. Jankowska E, Lundlberg A, Pompeiano O. Inhibitory effects evoked through ventral reticulospinal pathways. *Arch Ital Biol* 1968;20:124-40.
16. Pompeiano O. Reticular formation. In: Handbook of sensory physiology. 2ª ed. Berlin: Springer-Verlag; 1973; p.381-388.
17. Cohen B, Komatsuzaki A, Bender MB. Eye movements from semicircular canal nerve stimulation in the cat. *Ann Otol* 1964;73:153-169.
18. Tarlov E. Organization of vestibulo-oculomotor projections in the cat. *Brain Res* 1970;20:159-179.
19. Guarnieri AP, Silva MLC. A influência da estimulação do sistema vestibular no tônus muscular, através da mobilização da cabeça em pacientes comatosos por seqüelas neurológicas [TCC]. Araras: Centro Universitário Hermínio Ometto; 2004.