



ARTIGO ORIGINAL

Diagnóstico e tratamento da VPPB de braço curto do canal semicircular posterior[☆]

Lin Ping ^a, Zhou Yi-fei ^b, Wu Shu-zhi ^a, Zheng Yan-yan ^a e Yang Xiao-kai ^{a,*}

^a Wenzhou Third Clinical Institute Affiliated to Wenzhou Medical University, Third Affiliated Hospital of Shanghai University, Wenzhou People's Hospital, Neurology Department, Wenzhou, China

^b Wenzhou Third Clinical Institute Affiliated to Wenzhou Medical University, Third Affiliated Hospital of Shanghai University, Wenzhou People's Hospital, ENT Department, Wenzhou, China

Recebido em 13 de agosto de 2020; aceito em 19 de outubro de 2020

PALAVRAS-CHAVE

Vertigem posicional paroxística benigna; Posterior; Canal semicircular; Litíase; Terapia

Resumo

Introdução: A manobra de Epley é útil para o retorno da otocônia do braço longo do canal semicircular posterior para o utrículo. Diferentes manobras são necessárias para mover a otocônia para fora do braço curto do canal semicircular posterior e para dentro do utrículo.

Objetivo: Diagnosticar a VPPB do tipo braço curto do canal semicircular posterior e tratá-la com a manobra de *incline and balance*.

Método: Foram diagnosticados 171 casos como VPPB de canal semicircular posterior com base na manobra de Dix-Hallpike positiva. Primeiro tentamos tratar os pacientes com a manobra de *incline and balance* e, em seguida, executamos a manobra de Dix-Hallpike novamente. Se a repetição da manobra de Dix-Hallpike desse resultados negativos, diagnosticávamos o paciente como VPPB do canal semicircular posterior do tipo braço curto e considerávamos que ele ou ela havia sido curado pela manobra de *incline and balance*; caso contrário, provavelmente o paciente apresentava VPPB do canal semicircular posterior do tipo braço longo e tratávamos o paciente com a manobra de Epley.

Resultados: Aproximadamente 40% dos casos foram curados pela manobra de *incline and balance*, com resultados negativos nas manobras de Dix-Hallpike repetidas, e foram diagnosticados com litíase de braço curto.

[☆] Como citar este artigo: Ping L, Yi-fei Z, Shu-zhi W, Yan-yan Z, Xiao-kai Y. Diagnosis and treatment of the short-arm type posterior semicircular canal BPPV. Braz J Otorhinolaryngol. 2022;88:733-9.

* Autor para correspondência.

E-mail: yakeworld@126.com (Y. Xiao-kai).

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

Conclusão: A VPPB de canal semicircular posterior do tipo braço curto pode ser diagnosticada e tratada de maneira conveniente e confortável.

© 2020 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Introdução

A vertigem posicional paroxística benigna (VPPB) é a causa mais comum de vertigem periférica. A VPPB é caracterizada por breves episódios de vertigem e nistagmo provocados por mudanças específicas da posição da cabeça em relação à gravidade e atinge especificamente o canal semicircular posterior (CSP). A fisiopatologia dessa condição foi descrita pelas teorias de canalolitíase (otólitos livres flutuantes nos canais semicirculares) e cupulolitíase (as otocônias estão diretamente ligadas à cúpula).¹⁻³ O nistagmo posicional vertical de torsão evocado pela manobra de Dix-Hallpike indica VPPB dos canais semicirculares posteriores ou, raramente, anteriores, enquanto o nistagmo posicional horizontal desencadeado pela manobra de rotação supina é observado na VPPB dos canais semicirculares horizontais.⁴ O CSP é a estrutura mais frequentemente envolvida devido à sua posição anatômica. Uma vez que se acredita que as otocônias estejam localizadas no braço longo do canal posterior, as manobras de reposicionamento de partículas, como a manobra de Epley, são úteis para retornar as otocônias do braço longo do CSP para o utrículo.⁵ No entanto, Oas propôs um subtipo de VPPB-CSP, conhecido como VPPB de braço curto, em que se supõe que as otocônias estão localizadas no braço curto (entre a cúpula e o utrículo).⁶ Anatomicamente, o local mais vulnerável é o braço curto do CSP por causa de seu formato cônico e sua posição diretamente abaixo do utrículo quando o paciente está na posição ereta.⁷ Para mover a otocônia para fora do braço curto do CSP, um processo substancialmente diferente de movê-los para fora do braço longo, os médicos necessitam de manobras diferentes.⁸⁻¹⁰ O presente estudo tem como objetivo melhorar o diagnóstico e a estratégia de tratamento da VPPB-CSP, não apenas para determinar qual canal semicircular é afetado, mas também para determinar se as otocônias estão no braço curto ou no braço longo. É conveniente tratar a litíase no braço curto com a manobra de *incline and balance* (*bow-and-yaw*) (fig. 1) e a de braço longo com a manobra de Epley.

Método

Simulação física

O modelo tridimensional do labirinto membranoso foi criado em um sistema de coordenadas espaciais padrão¹¹ e os otólitos foram situados em diferentes posições do labirinto membranoso. A simulação física tridimensional deste estudo usa o mecanismo de física Bullet de código aberto, o mecanismo de renderização usa o mecanismo de renderização de código aberto Cycles baseado na restauração da realidade física e o ambiente de desenvolvimento é o *software* 3D de

código aberto Blender v2.79b. O mecanismo de física precisa definir variáveis como fricção e gravidade. A configuração dos parâmetros físicos do canal semicircular: adicione objetos selecionados como corpos rígidos: passivo, altere as formas de colisão como objeto: malha, defina a fricção de resposta da superfície para 0,5, força de salto para 0, margem de sensibilidade para 0,04. A opção de gravidade da cena usa o valor-padrão de -9,810 no eixo Z.

Programa com a linguagem Python para girar o modelo do labirinto para a posição especificada e inicie o mecanismo de física até que o movimento do otólito pare. O movimento do otólito em diferentes posições durante a manobra de Dix-Hallpike (fig. 2) e manobra de Epley foram analisados com base no mecanismo de física, observe-se se o otólito no lado do braço curto e no lado do braço longo do canal semicircular posterior pode ser reduzido para o utrículo.

De acordo com a teoria do otólito, a manobra de Dix-Hallpike foi modificada para torná-la fácil de fazer (fig. 3) e a manobra *incline and balance* (fig. 1) foi projetada especificamente para o retorno do otólito no lado do braço curto de volta ao utrículo. Os movimentos do otólito durante a manobra de *incline and balance* foram analisados com base no mecanismo físico e deve-se repetir o teste por 10 vezes para confirmar que o otólito no lado do braço curto pode ser reduzido ao utrículo e o otólito no lado do braço longo não pode ser reduzido ao utrículo (fig. 4).

Pesquisa clínica

Este é um estudo autocontrolado de pacientes consecutivos com VPPB-CSP que procuraram a clínica de vertigem no *Wenzhou People's Hospital*, China, de agosto de 2017 a dezembro de 2019.

Foram incluídos no estudo 171 indivíduos, dos quais 57 homens e 114 mulheres com média de 53 ± 14 anos, variação de 24 a 83. O tempo desde o início foi de uma hora a 6 anos (mediana de 2 semanas). O objetivo principal do estudo é determinar se a manobra *incline and balance* pode tratar a VPPB de canal semicircular posterior do tipo braço curto, como a manobra de Epley pode tratar a VPPB de canal semicircular posterior do tipo braço longo.

Critérios de inclusão

- 1) Vertigem ou tontura posicional que ocorre repetidamente quando o paciente está deitado.
- 2) Manobra de Dix-Hallpike induz nistagmo de torção e a manobra de rotação da cabeça em posição supina é negativa ou induz nistagmo de torção.
- 3) Não atribuível a outras doenças.

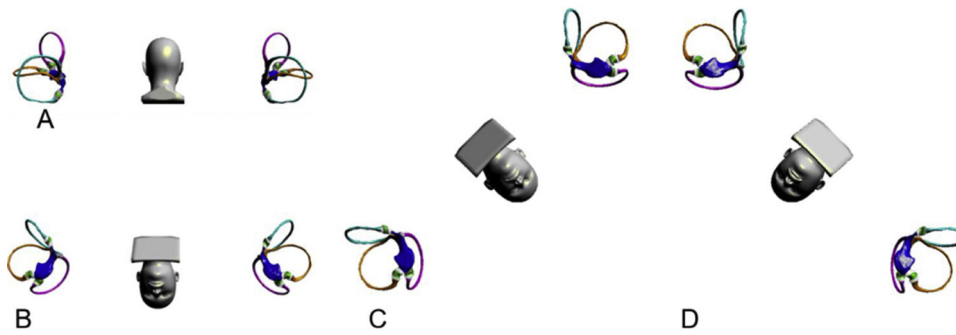


Figura 1 Manobra *incline and balance*. (A) Paciente na posição sentada/ajoelhada com a cabeça na posição ereta, vista posterior. Os canais semicirculares membranosos dos ouvidos esquerdo e direito, inclusive a cúpula, são mostrados. (B) Segure e incline a cabeça do paciente em 135°. (C) Gire a cabeça do paciente a 45° para a direita. (D) Gire a cabeça do paciente a 45° para a esquerda. Balançar a cabeça ajuda a eliminar os otólitos antes de repetir os passos C e D.

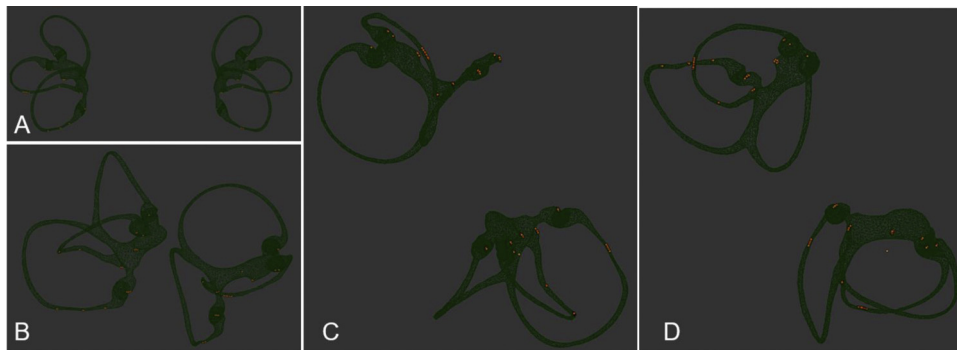


Figura 2 Observação do movimento do otólito na manobra de Dix-Hallpike. (A) Paciente sentado com a cabeça ereta, vista posterior. Os otólitos foram situados em diferentes posições no labirinto membranoso. (B) Gire a cabeça do paciente a 45° para a direita. (C) Move o paciente para a posição supina, deitado com o pescoço estendido a 30° (vista lateral). (D) Move o paciente para a posição de decúbito dorsal, deitado com o pescoço estendido a 30° (vista posterior).

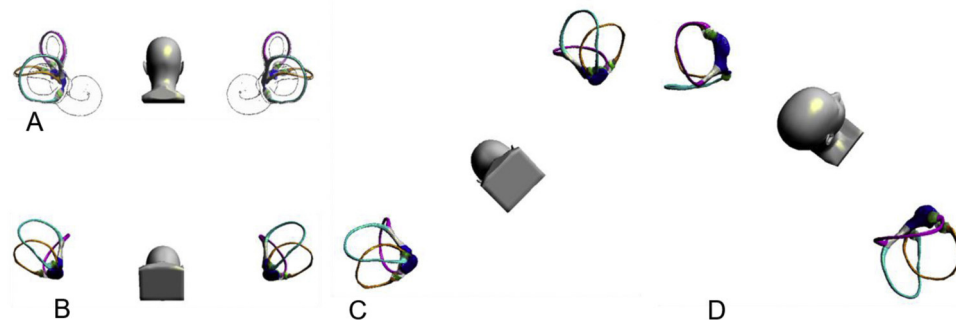


Figura 3 Manobra de Dix-Hallpike supina. (A) Paciente sentado com a cabeça erguida, vista posterior. Os canais semicirculares ósseos e membranosos dos ouvidos esquerdo e direito, inclusive a cúpula, são mostrados. (B) Incline a cabeça do paciente a 60°. (C) Gire a cabeça do paciente a 45° para a direita. (D) Move o paciente para a posição supina, deitado sem extensão do pescoço.

Critérios de exclusão

- 1) Idade > 83 anos;
- 2) A fisioterapia não pode ser concluída devido à má compreensão da língua ou adesão;
- 3) Pacientes com espondilose cervical grave, arritmia, insuficiência cardíaca, discinesia, sangramento gastrointestinal alto.

Diagnóstico e estratégia de tratamento

Primeiramente, a VPPB-CSP foi diagnosticada de maneira usual e depois tratada com a manobra *incline and balance*. O diagnóstico era litíase de braço curto se a manobra de Dix-Hallpike fosse negativa; caso contrário, a condição pode ser litíase de braço longo e deve ser tratada com a manobra de Epley ou em alguns casos de falha na manobra *incline and balance* ainda representam doença de braço curto.

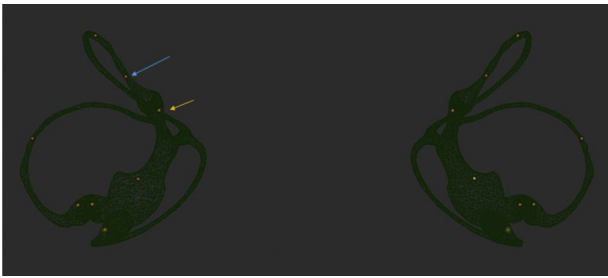


Figura 4 Observação do movimento do otólito na manobra *incline and balance*. Incline a cabeça a 135°. A seta azul se refere ao otólito no lado do braço longo do CSP, a seta laranja se refere ao otólito no lado do braço curto do CSP. Baseado no mecanismo físico, o otólito no lado do braço curto pode ser reduzido ao utrículo diretamente através do braço curto e o otólito no lado do braço longo não pode ser reduzido ao utrículo.

Etapa 1: diagnóstico de VPPB-CSP

O diagnóstico baseou-se no histórico médico, exames físicos e neurológicos de rotina e na manobra de Dix-Hallpike na posição supina e a manobra de rotação da cabeça na posição supina.

Considerou-se como VPPB-CSP quando a manobra de Dix-Hallpike na posição supina induziu nistagmo de torção para cima e a manobra de rotação da cabeça na posição supina deu resultado negativo ou induziu nistagmo de torção. Se o nistagmo fosse atípico, a manobra de Dix-Hallpike era repetida.

Etapa 2: tratamento para VPPB-CSP do tipo braço curto

Após o diagnóstico de VPPB-CSP, ainda não há uma maneira direta de distinguir a litíase de braço curto da litíase de braço longo. Usamos terapia diagnóstica para o diagnóstico diferencial. Primeiramente, tentamos tratar os pacientes com a manobra *incline and balance* que funciona apenas para litíase de braço curto. Posteriormente, a manobra de Dix-Hallpike foi feita novamente. Deduzimos que as otocônias estavam presentes no braço curto se a manobra de Dix-Hallpike desse um resultado negativo; caso contrário, deduzimos a presença de otocônias no braço longo e raramente o lado do braço curto não respondeu à manobra *incline and balance*.

Etapa 3: tratamento da VPPB-CSP do tipo de braço longo

Para cura da VPPB-CSP do tipo de braço longo, fizemos a manobra de Epley, que repetimos até que a manobra de Dix-Hallpike desse um resultado negativo.

Análise estatística

Os dados gerados no estudo foram analisados com o *software R* (R Core Team, 2020). O teste de McNemar foi usado para avaliar o efeito terapêutico da manobra *incline and balance*.

Aprovações do protocolo padrão, registros e consentimento dos pacientes

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética do *Wenzhou People's Hospital* (n° 2018100) e o consentimento informado foi obtido de todos os pacientes.

Declaração de disponibilidade de dados

O resultado da simulação física recodificado como gif e o modelo tridimensional do labirinto membranoso estão disponíveis nos materiais suplementares.

Resultado

Melhoria da manobra diagnóstica

A manobra de Dix-Hallpike tradicional necessita de ajuste na posição sentada, inclinar a cabeça até ficar abaixo da mesa e o procedimento não é prático; mais importante ainda, o fundo do canal semicircular posterior é plano e os otólitos estão dispersos, o que fará com que a intensidade do nistagmo induzido pela manobra de Dix-Hallpike varie e afete a sensibilidade diagnóstica (fig. 2).

A manobra de Dix-Hallpike foi modificada e denominada manobra supina Dix-Hallpike; a cabeça foi primeiro inclinada para a frente a 60 graus, depois girada para trás a 45 graus de um lado, depois deitada e a cabeça não foi inclinada para trás (fig. 3). Suas vantagens são: 1) A cabeça foi inclinada para frente a 60 graus, o otólito no lado do braço longo do CSP deslizou para o local próximo à ampola, então a distância de movimento do otólito induzida pela manobra de diagnóstico foi mais longa, o nistagmo induzido foi mais óbvio e a sensibilidade diagnóstica foi teoricamente mais alta. 2) A cabeça não foi inclinada para trás e a operação foi simples e fácil. 3) É mais difícil que o otólito no lado do braço longo do canal semicircular anterior saia da região ampular e a identificação é mais fácil. 4) Há redução do movimento do otólito no canal semicircular posterior contralateral e redução do resultado positivo da manobra de Dix-Hallpike do lado sadio.

A manobra de Dix-Hallpike induziu nistagmo rotacional para cima em todos os 171 pacientes, seis dos quais foram definitivos em ambos os lados. O nistagmo rotacional foi induzido pela manobra de rotação na posição supina ipsilateral em 60 casos e pela manobra de rotação na posição supina contralateral em 2 casos e o grau de vertigem foi significativamente menor do que o induzido pela manobra de Dix-Hallpike.

Quando fizemos a manobra de Dix-Hallpike novamente após a manobra de *incline and balance*, 68 casos deram resultados negativos, corresponderam a 40% do total e esses casos foram considerados como VPPB-CSP de braço curto; os outros 103 casos deram resultados positivos, inclusive três casos em que o nistagmo diminuiu significativamente (fig. 5). Os casos com resultados positivos foram tratados com a manobra de Epley, que obteve sucesso após uma única aplicação em 76 casos e após 2-5 aplicações nos demais casos, exceto em um caso de falha terapêutica. Não houve praticamente desconforto significativo durante a manobra

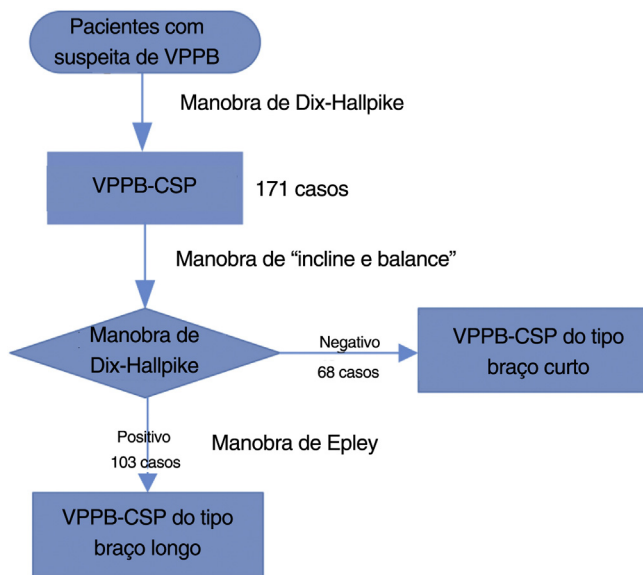


Figura 5 Diagnóstico e estratégia de tratamento para a VPPB-CSP de braço curto. Tentativa de redução do otólito no braço curto do CSP com a manobra de *incline and balance*; se essa falhar, faz-se a redução do otólito no braço longo do CSP com a manobra de Epley.

de *incline and balance*, exceto em alguns pacientes com tontura leve. Um paciente com VPPB-CSP do lado esquerdo converteu para VPPB-CSP do lado direito após a manobra de *incline and balance* e foi curado pela manobra de Epley à direita. A taxa efetiva de quase 40% é suficiente para concluir que a manobra de *incline and balance* tem efeito terapêutico em pacientes com VPPB.

Discussão

A patogênese da VPPB ainda não é bem compreendida. Em 1921, Barany descreveu pela primeira vez um caso de VPPB e atribuiu incorretamente a condição a um distúrbio otolítico, porque a tontura era precipitada pela posição da cabeça. Em 1952, Dix e Hallpike fizeram um estudo sistemático desse distúrbio e propuseram a manobra de Dix-Hallpike para o diagnóstico da VPPB, que tem sido usada até hoje. Dix e Hallpike propuseram o conceito de VPPB, mas concluíram incorretamente que a VPPB resulta de um distúrbio otolítico.¹² A cupulolitíase foi descrita em 1969 por Schuknecht¹ como uma condição na qual detritos degenerativos na endolinfa são depositados no lado do braço curto do CSP e aderem ao lado utricular da cúpula. Em contraste, a canalitíase foi descrita em 1979 por Hall,² que relatou que partículas densas e flutuantes no braço longo do CSP causam VPPB. As duas teorias de litíase são complementares e a VPPB foi finalmente atribuída às lesões no canal semicircular. A manobra de reposicionamento canalítico de Epley, que é projetada de acordo com a teoria da canalitíase, usa a gravidade para guiar os detritos para fora do braço longo do CSP para dentro do utrículo. A manobra de Epley é uma excelente opção de tratamento que pode curar a maioria das VPPBs, torna a teoria da canalitíase amplamente aceita.³ Na verdade, a teoria inicial da litíase

foi limitada ao CSP. Recentemente, outros tipos de VPPB de canal semicircular foram gradativamente reconhecidos e cada um é dividido em cupulolitíase e canalitíase. Como o braço curto do CSP está posicionado diretamente abaixo do utrículo quando o paciente está em posição ereta, os otólitos destacados devem se acomodar facilmente sob o efeito da gravidade, causam litíase de braço curto.⁷ Portanto, o otólito pode estar no braço longo ou no braço curto do canal semicircular e também pode estar anexado à cúpula. Em relação à VPPB de canal semicircular horizontal, de acordo com o conceito tradicional, podemos distinguir entre canalitíase e cupulolitíase com base no nistagmo induzido pela manobra de rotação na posição supina, especificamente se o batimento for em direção à orelha inferiormente (geotrópico) ou superiormente (apogeotrópico). De acordo com a teoria da litíase, o primeiro nistagmo indica a presença de otocônias no braço longo, enquanto o último nistagmo indica a presença de otocônias na região ampular, ou anexadas à cúpula ou flutuantes na endolinfa, e podem estar no braço curto ou no braço longo. Para a VPPB-CSP, há poucos casos relatados de cupulolitíase, o que é inconsistente com a teoria da litíase.

O nistagmo de torção vertical evocado pela manobra de Dix-Hallpike indica VPPB dos canais semicirculares posteriores ou, raramente, anteriores, mas é difícil de distinguir o nistagmo vertical de torção para cima e nistagmo vertical de torção para baixo. A manobra de Dix-Hallpike na posição supina, com a cabeça esticada, na posição deitada, faz com que os otólitos flutuem apenas nos CSP e não nos canais semicirculares anteriores. Portanto, o nistagmo de torção vertical evocado pela manobra de Dix-Hallpike na posição supina indica especificamente VPPB-CSP.

É essencial distinguir a VPPB de braço curto da VPPB de braço longo, pois o caminho de retorno do otólito ao utrículo é completamente diferente e requer manobras terapêuticas diferentes.⁸⁻¹⁰ Em contraste, se o otólito flutua no canal semicircular ou adere à cúpula, a escolha da manobra terapêutica é quase a mesma. No entanto, atualmente há uma falta de pesquisa sistemática e aprofundada sobre como distinguir entre a VPPB de braço curto e a VPPB de braço longo.

Desde 2001, há uma necessidade reconhecida de especificar onde a otocônia existe dentro do sistema de canais semicirculares afetados e diferenciar canalolitíase de braço curto da de braço longo.⁶ Dados baseados em gravações de videonistagmografia sugerem que duas condições patológicas podem frequentemente ser diferenciadas pelas características do nistagmo de posicionamento observado na posição de cabeça baixa após o término da parte paroxística do nistagmo. A canalolitíase de braço curto apresenta nistagmo unidirecional persistente, enquanto a canalolitíase de braço longo tem um pequeno nistagmo contra-direcional transitório.⁶ Em 2011, Taura relatou quatro casos de VPPB-CSP do tipo braço curto e observou que a reversão do nistagmo não foi observada ou foi muito fracamente quando o paciente ficou na posição sentada após a posição de Dix-Hallpike.⁹ Buki relatou que a vertigem ao sentar-se/oscilação corporal unilateral sentida demonstrada pelos pacientes ao sentar-se após a posição de Dix-Hallpike é mais comum na canalolitíase de braço curto do que na canalolitíase de braço longo.^{10,13} Para o tratamento, a repetição de abdominais a partir das posições de

Dix-Hallpike,¹⁰ aplicação de vibração no processo mastoide do ouvido afetado com o ouvido saudável posicionado para baixo⁹ e ficar na posição de cabeça para baixo⁸ são recomendados para retornar a otocônia do braço curto para o utrículo.

De acordo com a classificação formulada pelo *Committee for Classification of Vestibular Disorders of the Bárány Society* em 2017, limitada ao conhecimento atual dos aspectos clínicos e patomecanismos da VPPB, as otocônias soltas no braço curto dos canais semicirculares (no lado utricular do cúpula) precisam ser tratadas no futuro.¹⁴

Em 2012, Foster projetou um novo exercício autoadministrado, a meia-cambalhota (primeiro incline a cabeça para cima e para trás e então coloque a cabeça na posição de cambalhota). Os indivíduos relataram mais tonturas durante a manobra de Epley do que durante o exercício de meia-cambalhota.¹⁵ Embora Foster acredite que a razão para a eficácia dessa manobra seja a redução do otólito no lado do braço longo, é mais provável que reduza o otólito no lado do braço curto.

Ao contrário de relatos anteriores, nosso estudo mostra que a VPPB-CSP de braço curto não é incomum, representa cerca de metade do total. Não há dúvidas sobre a maneira de diagnosticar a VPPB-CSP, somente sobre a maneira de diferenciar a VPPB de braço curto da VPPB de braço longo. Como mostrado na [figura 1](#), a manobra de *incline and balance* pode reposicionar as otocônias do braço curto do CSP para o utrículo.

Para certificar-se de que o otólito do lado do braço longo não pode ser reduzido ao utrículo pela manobra de *incline and balance*, repita o teste 10 vezes com base no mecanismo físico.

Os movimentos dos otólitos durante a manobra de *incline and balance* foram analisados com base no mecanismo físico e repetidos por 10 vezes. Os resultados mostram que os otólitos no lado do braço longo não podem ser reduzidos ao utrículo. Isso nos dá razão suficiente para fazer o seguinte julgamento: uma vez que a VPPB-CSP foi confirmada, se a manobra de Dix-Hallpike der um resultado negativo logo após a conclusão da manobra de *incline and balance*, as otocônias no braço curto devem ser consideradas; caso contrário, as otocônias no braço longo devem ser consideradas, mas, ocasionalmente, pode haver otocônias no braço curto que não retornam ao utrículo durante a manobra de *incline and balance*.

A manobra de Epley é um tratamento eficaz para a VPPB-CSP. Os movimentos sequenciais da cabeça na manobra de Epley fazem com que os detritos otoconiais se movam do braço longo para o utrículo. Como a taxa de cura da manobra de Epley para a VPPB-CSP é significativamente maior do que a ocorrência da VPPB-CSP de braço longo, é duvidoso se a manobra de Epley funcione para a VPPB-CSP de braço curto. É verdade que, quando a cabeça é virada com a face para baixo, os resíduos otoconiais podem mover-se do braço curto para o utrículo. Mesmo assim, a manobra de Epley não é uma escolha excelente para VPPB-CSP de braço curto e inevitavelmente causará tontura e vertigem. Notavelmente, a manobra de *incline and balance* pode curar a VPPB-CSP de braço curto sem desconforto significativo. Mais importante

ainda, o procedimento é fácil de fazer e nem mesmo requer a identificação do lado afetado; portanto, esse método é adequado para o autotratamento da VPPB-CSP.

Conclusão

Embora este estudo tenha usado apenas uma pequena amostra de casos e seja necessário fazer uma validação clínica em larga escala, nossos achados são suficientes para demonstrar que a litíase de braço curto pode ser diagnosticada e tratada de maneira conveniente e confortável.

Financiamento

Wenzhou Municipal Science and Technology Bureau (Concessão n° ZS2017020, Y20180626) e Natural Science Foundation da Província de Zhejiang (Concessão n° LSY19H090002).

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Schuknecht H. Cupulolithiasis. *Arch Otolaryngol.* 1969;90:765–78.
- Hall S, Ruby R, McClure J. The mechanics of benign paroxysmal vertigo. *J Otolaryngol.* 1979;8:151–8.
- Epley J. New dimensions of benign paroxysmal positional vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1980;88:599–605.
- Bhattacharyya N, Gubbels SP, Schwartz SR, Edlow JA, El-Kashlan H, Fife T, et al. Clinical Practice Guideline: Benign Paroxysmal Positional Vertigo (Update). *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2017;156:S1–47.
- Epley J. The canalith repositioning procedure: for treatment of benign paroxysmal positional vertigo. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1992;107:399–404.
- Oas J. Benign paroxysmal positional vertigo: a clinician's perspective. *Ann N Y Acad Sci.* 2001;942:201–9.
- Buckingham R. Anatomical and theoretical observations on otolith repositioning for benign paroxysmal positional vertigo. *Laryngoscope.* 1999;109:717–22.
- Shigeno K. Cases of the suspected posterior canal short-arm type of benign paroxysmal positional vertigo. *Equilibrium Res.* 2013;72:485–92.
- Taura A, Miura M, Ogita H, Funabiki K, Ito J. Four cases of benign paroxysmal positional vertigo involving the putative shortarm-type posterior semicircular canal BPPV. *Equilibrium Res.* 2011;70:151–8.
- Büki B, Simon L, Garab S, Lundberg YW, Junger H, Straumann D. Sitting-up vertigo and trunk retropulsion in patients with benign positional vertigo but without positional nystagmus. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 2011;82:98–104.
- Wu SZ, Li X, Zheng YY, Cheng XY, Lin P, Yang XG. Establishment of membrane labyrinth model in standard three-dimensional coordinate system. *Zhejiang Med J.* 2018;899, 40:792–5 +
- Dix MR, Hallpike CS. LXXVIII The Pathology Symptomatology and Diagnosis of Certain Common Disorders of the Vestibular System. *Proc R Soc Med.* 1952;45:341–54.

13. Büki B, Mandalà M, Nuti D. Typical and atypical benign paroxysmal positional vertigo: literature review and new theoretical considerations. *J Vestib Res.* 2014;24:415–23.
14. Von Brevern M, Bertholon P, Brandt T, Fife T, Imai T, Nuti D, et al. Benign paroxysmal positional vertigo: diagnostic criteria. *J Vestib Res.* 2015;25:105–17.
15. Foster CA, Ponnapan A, Zaccaro K, Strong D. A comparison of two home exercises for benign positional vertigo: Half somersault versus Epley Maneuver. *Audiol Neurotol Extra.* 2012;2:16–23.