



ARTIGO ORIGINAL

Could the type of treatment for chronic kidney disease affect the auditory system? ☆

Priscila Suman Lopez^{a,*}, Daniela Polo Camargo da Silva^a, Luis Cuadrado Martin^b,
Jair Cortez Montovani^a

^a Departamento de Oftalmologia, Otorrinolaringologia, Cirurgia de Cabeça e Pescoço, Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo, SP, Brasil

^b Departamento de Clínica Médica, Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Botucatu, SP, Brasil

Recebido em 20 de maio de 2013; aceito em 1 de outubro de 2013

KEYWORDS

Hypertension;
Diabetes mellitus;
Hearing loss;
Renal insufficiency
chronic;
Electrophysiology

Abstract

Introduction: Chronic kidney disease (CKD) is defined as the presence of renal injury that leads to the slow and progressive loss of kidney function.

Aim: To compare audiological tests between patients with CKD receiving different types of treatment.

Material and method: This was a clinical and transversal study. Groups were divided according to treatment: hemodialysis (n = 35), peritoneal dialysis (n = 15), and conservative (n = 51), and were compared to 27 healthy controls. Patients older than 60 years; those with congenital hearing loss, genetic syndromes, and middle-ear infections; and those who had been submitted to a kidney transplant were excluded. Audiologic evaluation included pure-tone audiometry, transient evoked otoacoustic emissions, and auditory brainstem response (ABR). The variables considered were gender, age, diagnosis of arterial hypertension, time since the diagnosis of diabetes and hypertension, CKD stage, duration of CKD, and duration of treatment.

Results: The variables age, presence of arterial hypertension, and time of CKD were statistically significant and controlled. The auditory thresholds measured by pure-tone threshold audiometry were worse for the conservative treatment group, and the III-V interval of the ABR of the conservative treatment group was significantly greater than that of the hemodialysis groups.

Conclusion: The conservative treatment group presented worse audiological tests, regardless of hypertension and diabetes, reinforcing that patients need to undergo a complete hearing assessment for better understanding of the disease and its effects on the auditory system.

© 2014 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. All rights reserved.

DOI se refere ao artigo: 10.5935/1808-8694.20140012

☆Como citar este artigo: Lopez PS, Silva DPC, Martin LC, Montovani JC. Could the type of treatment for chronic Kidney disease affect the auditory system? Braz J Otorhinolaryngol. 2014;80:54-9.

* Autor para correspondência.

E-mail: priscilasuman@gmail.com (P.S. Lopez).

PALAVRAS-CHAVE

Hipertensão;
Diabetes *mellitus*;
Perda auditiva;
Insuficiência renal
crônica;
Eletrofisiologia

O tratamento da doença renal crônica pode afetar a audição?**Resumo**

Introdução: Doença renal crônica (DRC) é definida pela presença de lesão renal levando à perda lenta e progressiva da função renal.

Objetivo: Comparar testes auditivos entre pacientes com DRC submetidos a diferentes métodos de tratamento.

Material e método: Estudo clínico transversal. Os grupos foram divididos de acordo com o método de tratamento: hemodiálise (n = 35), diálise peritoneal (n = 15), conservador (n = 51) e 27 pacientes saudáveis (controle). Pacientes com idade superior a 60 anos, perda auditiva congênita, síndromes genéticas, infecções de orelha média e transplante renal foram excluídos da pesquisa. A avaliação audiológica incluiu audiometria tonal, emissões otoacústicas evocadas transientes e Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE); e as variáveis avaliadas foram: sexo, idade, diagnóstico de hipertensão arterial e diabetes, estágio da DRC, tempo de diagnóstico do diabetes e da hipertensão arterial, duração da DRC e do tratamento.

Resultados: A idade, presença de hipertensão arterial e tempo de DRC foram estatisticamente significantes e controlados. O grupo conservador apresentou piores limiares auditivos na audiometria tonal e o intervalo III-V do PEATE significativamente maior que o da hemodiálise.

Conclusão: O tratamento conservador mostrou piores resultados na avaliação auditiva, independente de diabetes e de hipertensão, reforçando que os pacientes submetidos a tratamento para DRC devem realizar avaliação auditiva completa para melhor compreensão da doença e de seus efeitos sobre o sistema auditivo.

© 2014 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

Introdução

A doença renal crônica (DRC) é definida como a presença de lesão renal que leva à perda lenta e progressiva da função renal.¹

A associação entre DRC e perda auditiva foi descrita pela primeira vez em pacientes com síndrome de Alport.² Contudo, semelhanças anatômicas, fisiológicas, patológicas e farmacológicas entre o néfron e a estria vascular da cóclea podem explicar essa associação em casos que não estão relacionados a síndromes ou doenças genéticas.^{3,4} A perda auditiva neurosensorial em altas frequências é o tipo mais comum de disacusia em pacientes com DRC e a lesão pode ser tanto coclear, como retrococlear.⁵⁻⁸

Contudo, a influência do método de tratamento da DRC sobre a função auditiva é inconclusiva,⁸ e a hipertensão arterial e o diabetes *mellitus* são frequentemente associados à DRC e à perda auditiva, entretanto, essas variáveis são pouco consideradas na análise dos achados audiológicos.

Comparamos as avaliações audiológicas entre pacientes com DRC submetidos a diferentes métodos de tratamento e os achados audiológicos corrigidos pela hipertensão arterial e pelo diabetes *mellitus*.

Método**População estudada**

Este foi um estudo clínico transversal realizado em um centro de referência terciário. A população-alvo consistiu de pacientes de ambos os sexos com DRC com uma amostra não probabilística do tipo intencional.

Os critérios de exclusão foram: transplante renal, perda auditiva congênita ou infecções da orelha média, síndromes genéticas, história de exposição excessiva ao ruído, história de uso de medicamentos ototóxicos e idade superior a 60 anos. Essas informações foram confirmadas pela história clínica do paciente e pelas informações médicas.

Os pacientes foram divididos em grupos de acordo com o método de tratamento: hemodiálise (n = 35), diálise peritoneal (n = 15) e conservador (n = 51). Foram também incluídos 27 indivíduos saudáveis como grupo controle.

Avaliação audiológica

A avaliação audiológica consistiu em audiometria tonal limiar (ATL), emissões otoacústicas evocadas transientes (EOE-t) e potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE).

A ATL foi realizada em uma sala com tratamento acústico utilizando fones de ouvido TDH-39 e audiômetro *Interacoustics AD229b*. Os limiares audiométricos por via aérea de ambas as orelhas, foram obtidos nas frequências 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz.

As medições das EOE-t foram feitas utilizando o sistema *Otodynamics ILO288, USB II* com configurações padrão. O nível de estímulo foi estabelecido à 84 dB SPL, e foi utilizada uma média de 260 estímulos. Valores de amplitude < 3 dB foram consideradas ausentes.⁹

Para análise do PEATE, o estímulo clique nas polaridades de rarefação foi apresentado pelo fone de inserção 3Ω, com intensidade de 90 dBnHL e uma taxa de apresentação de 20,1 c/s com um filtro passa-banda de 100 e 3000 Hz e mé-

dia de 2000 estímulos, *Interacoustics EP15 Eclipse*. O PEATE foi registrado por meio de eletrodos descartáveis de ECG (*MEDITRACETM 200*), com pasta condutora para EEG (*TEN 20*), posicionados após limpeza da pele com gel abrasivo para ECG/EEG (*NUPREP*). O nível de impedância foi mantido entre 1 e 3K Ω para os eletrodos: o eletrodo ativo foi posicionado em Fz, o eletrodo de referência em M1 e M2 e o eletrodo de terra em Fpz.^{10,11}

Variáveis

Possíveis variáveis de confusão incluíram: sexo, idade, raça, diagnóstico de hipertensão arterial (não/sim), diagnóstico de diabetes (não/sim), tempos de diagnóstico de hipertensão e diabetes *mellitus*, estágio de DRC (1/2/3/4), duração da DRC e do método de tratamento.

As variáveis desfechos foram: perda auditiva determinada pela média dos limiares audiométricos em 500, 1000, 2000 e 4000Hz > 25 dB, classificação de ausência nas EOE-t e resultados no PEATE.

Análises estatísticas

A análise estatística foi realizada com o programa SPSS, versão v19.0. As variáveis não paramétricas são expressas como medianas (mínimo-máximo). O teste qui-quadrado foi utilizado para examinar as variáveis categóricas. As comparações entre os grupos foram feitas com um teste de Dunn.

Os resultados categóricos (perda auditiva e EOE-t ausente) foram comparados por meio da análise de regressão logística multivariada, utilizada para calcular as razões de chance (RCs) ajustadas e os intervalos de confiança (ICs) de 95% das associações ao tratamento da DRC. Os resultados numéricos (limiares auditivos audiométricos e resultados do PEATE) foram comparados por regressão linear com uma resposta gama, corrigidos pelo efeito da idade e da presença de hipertensão arterial. Valores de $p < 0,05$ foram considerados estatisticamente significantes.

Ética

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Medicina de Botucatu (Protocolo nº 157/2007).

Resultados

As características dos pacientes, as comorbidades, o estágio da DRC e outras informações da doença, estratificadas para o tratamento da DRC, estão listados na Tabela 1. Foi observada uma diferença estatística na hipertensão arterial, idade e duração da DRC.

Não encontramos diferença no percentual de perda auditiva entre os diferentes métodos de tratamento ($p > 0,05$). As correções dos fatores hipertensão e idade não foram necessárias nessa análise, pois a distribuição da perda auditiva nos diferentes métodos de tratamento foi homogênea. Contudo, em outras comparações essas correções foram necessárias (Tabela 2 e 3).

Tabela 1 Comparação dos dados demográficos, comorbidades e características da doença renal crônica (DRC) de acordo com os grupos

	Grupos				Valor de p
	Controle	Conservador	Diálise peritoneal	Hemodiálise	
Sexo masculino	44,1	58,8	40,0	57,1	0,432 ^a
Raça branca	0,0	7,8	13,3	14,3	0,217 ^a
Hipertensão arterial	0,0 ^a	88,0 ^b	66,7 ^b	91,4 ^b	< 0,001 ^a
Diabetes mellitus	0,0	28,0	20,0	37,1	0,006 ^a
Estádio da DRC					
1	0,0	8,2	0,0	0,0	
2	0,0	2,0	0,0	0,0	
3	0,0	24,5	0,0	0,0	
4	0,0	38,8	0,0	0,0	
5	0,0	26,5	100,0	100,0	
Idade (anos)	31 (20-58) ^a	51(7-60) ^b	47 (22-57) ^{ab}	53 (17-60) ^b	< 0,001 ^b
Duração da hipertensão	-	8 (0,4-3,2)	5 (1,4-26,3)	11,1 (0,6-3,2)	0,202 ^b
Duração do diabetes	-	17,0 (0,6-3,1)	22,6 (18,8-24,9)	16,0 (4,2-25,0)	0,207 ^b
Duração da DRC	-	2,4 (0,3-16,9) ^a	4,2 (1,4-25,3) ^{ab}	6,9 (0,6-21,8) ^b	0,001 ^b
Duração do tratamento da DRC	-	2,5 (0,3-16,9)	2,3 (0,2-5,8)	2,5 (0,1-21,8)	0,484 ^b

^a Teste de qui-quadrado.

^b Teste de Kruskal-Wallis.

Para as variáveis com $p < 0,05$, o teste de Dunn foi realizado e seu resultado expresso em letras na mesma linha, que indicam quais grupos diferiram entre si.

Tabela 2 Comparação dos limiares auditivos nas frequências de 250 Hz a 8 kHz na audiometria tonal limiar em cada orelha de acordo com os grupos

Orelha	Frequência	Grupos			
		Controle	Conservador	Diálise peritoneal	Hemodiálise
Direita	250 Hz	5 (0-15) ^a	10 (5-80) ^b	15 (0-40) ^{ab}	15 (0-110) ^{ab}
	500 Hz	5 (0-15) ^a	10 (0-80) ^b	15 (0-45) ^{ab}	10 (0-110) ^{ab}
	1 kHz	5 (0-15) ^a	10 (0-80) ^b	10 (0-40) ^{ab}	5 (0-120) ^{ab}
	2 kHz	5 (0-10) ^a	10 (0-85) ^b	10 (0-35) ^{ab}	10 (0-120) ^{ab}
	3 kHz	5 (0-15) ^a	15 (0-85) ^b	10 (0-35) ^{ab}	15 (0-120) ^{ab}
	4 kHz	5 (0-15) ^a	25 (0-90) ^b	20 (10-45) ^{ab}	20 (0-120) ^{ab}
	6 kHz	10 (0-25) ^a	25 (0-105) ^b	20 (0-55) ^a	25 (0-120) ^{ab}
	8 kHz	10 (0-15) ^a	30 (0-95) ^b	15 (0-65) ^a	35 (0-120) ^{ab}
Esquerda	250 Hz	5 (0-15) ^a	10 (5-100) ^b	15 (0-60) ^b	10 (0-110) ^{ab}
	500 Hz	5 (0-15) ^a	15 (0-120) ^b	10 (0-60) ^b	10 (0-105) ^{ab}
	1 kHz	5 (0-10) ^a	10 (0-120) ^b	10 (0-65) ^b	10 (0-110) ^b
	2 kHz	5 (0-10) ^a	10 (0-120) ^b	10 (0-50) ^b	10 (0-110) ^b
	3 kHz	5 (0-10) ^a	15 (0-120) ^b	15 (0-45) ^b	15 (0-115) ^b
	4 kHz	10 (0-15) ^a	20 (0-115) ^b	10 (0-50) ^{ab}	20 (0-120) ^b
	6 kHz	10 (0-15) ^a	30 (0-100) ^b	35 (5-90) ^b	25 (0-120) ^b
	8 kHz	10 (0-20) ^a	25 (0-120) ^{ab}	25 (5-90) ^b	30 (0-120) ^{ab}

^a Os valores são apresentados como mediana (mínimo-máximo).

^b Corrigidos para idade e hipertensão.

As letras na mesma linha indicam quais grupos diferiram significativamente ($p < 0,005$) entre si no teste de Wald.

Tabela 3 Comparação dos parâmetros do potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) em cada orelha de acordo com os grupos

Orelha	PEATE	Grupos			
		Controle	Conservador	Diálise peritoneal	Hemodiálise
Direita	I	1,37 (1,17-1,60) ^a	1,40 (1,17-1,90) ^a	1,40 (1,20-1,57) ^a	1,47 (0,93-1,83) ^a
	III	3,47 (3,23-3,90) ^a	3,60 (3,27-4,07) ^a	3,67 (3,37-3,90) ^a	3,62 (3,20-4,53) ^a
	V	5,50 (5,27-5,93) ^a	5,77 (5,20-6,60) ^a	5,77 (5,27-6,23) ^a	5,70 (5,13-6,60) ^a
	I-III	2,10 (1,83-2,43) ^a	2,17 (1,77-2,73) ^a	2,23 (2,00-2,43) ^a	2,20 (1,73-2,70) ^a
	III-V	2,07 (1,50-2,40) ^{ab}	2,13 (1,73-2,80) ^a	2,10 (1,60-2,73) ^{ab}	2,07 (1,87-2,53) ^b
	I-V	4,20 (3,77-4,67) ^a	4,30 (3,80-5,43) ^a	4,33 (3,97-4,97) ^a	4,25 (3,77-4,77) ^a
Esquerda	I	1,37 (1,20-1,53) ^a	1,37 (1,17-1,87) ^a	1,40 (1,17-1,57) ^a	1,43 (1,17-2,00) ^a
	III	3,49 (3,20-3,70) ^a	3,57 (3,37-4,07) ^a	3,62 (3,43-3,97) ^a	3,67 (3,27-4,43) ^a
	V	5,47 (5,27-5,90) ^a	5,73 (5,30-7,43) ^a	5,69 (5,47-6,23) ^a	5,80 (5,27-6,43) ^a
	I-III	2,12 (1,77-2,47) ^a	2,20 (1,77-2,80) ^a	2,25 (2,03-2,63) ^a	2,27 (2,00-2,90) ^a
	III-V	2,07 (1,73-2,37) ^{ab}	2,10 (1,83-3,67) ^a	2,09 (1,67-2,30) ^{ab}	2,09 (1,77-2,27) ^b
	I-V	4,12 (3,80-4,67) ^a	4,33 (3,87-5,87) ^a	4,35 (4,03-4,90) ^a	4,33 (3,90-5,00) ^a

^a Os valores são apresentados como mediana (mínimo-máximo).

^b Corrigidos para idade e hipertensão.

As letras na mesma linha indicam quais grupos diferiram significativamente ($p < 0,005$) entre si no teste de Wald.

O grupo conservador apresentou limiares auditivos piores em comparação ao grupo de controle em todas as frequências testadas. Em contrapartida, não foi observada nenhuma diferença significativa dos limiares audiométricos entre os grupos diálise peritoneal, hemodiálise e controle (Tabela 2).

O percentual de EOE-t ausentes entre os grupos não foi significativo ($p > 0,05$).

No PEATE, o grupo conservador apresentou aumento simétrico bilateral do intervalo III-V em comparação ao grupo hemodiálise, com uma diferença estatisticamente significativa (Tabela 3).

Discussão

O presente estudo foi motivado pelos achados inclusivos da literatura com relação ao efeito método de tratamento da DRC - conservador, diálise peritoneal e hemodiálise - sobre a acuidade auditiva e pelas possíveis correlações de hipertensão arterial e diabetes,^{12,13} que são frequentemente associadas tanto à DRC como à perda auditiva.

Para isso, adotamos alguns critérios para reduzir a interferência de outros fatores com as alterações auditivas. Foram excluídos os indivíduos com mais de 60 anos, pois 25% dos indivíduos nessa faixa etária apresentam alterações nos exames auditivos devido à idade.⁸ Os indivíduos submetidos a transplante real foram excluídos por terem ingerido medicamentos imunossupressores pós-transplante, que podem exercer um efeito ototóxico.^{5,14} Além disso, o transplante, em geral, é a última alternativa de tratamento, e, conseqüentemente, os pacientes foram submetidos anteriormente a outros métodos, fato que dificulta a análise de seus efeitos.

Hipertensão arterial e diabetes *mellitus* são as principais causas ou conseqüências de DRC¹ e, portanto, foram mantidas no estudo e levadas em consideração na análise dos dados.

Possíveis alterações na avaliação auditiva logo após diálise foram descritas por alguns autores, e esses achados poderiam ser atribuídos aos medicamentos utilizados ou às concentrações iônicas das células sensoriais.^{15,16} Contudo, grande parte dos estudos não mostra um efeito significativo de uma única sessão de diálise sobre a audição.¹⁵⁻¹⁸ Assim, evitamos avaliar os indivíduos nesse momento, mesmo porque pré e/ou pós-diálise os pacientes estão cansados e/ou estressados.

Quando o método de tratamento da DRC foi considerado, os subgrupos mostraram-se afetados da mesma forma pela perda auditiva, conforme relatado por Mancini et al.¹⁹ e Nikolopoulos et al.²⁰ Porém, os resultados mostram que os limiares audiométricos no grupo conservador foram significativamente piores que os no grupo de controle. Acreditamos que o método conservador pode apresentar acúmulo de substâncias tóxicas no sangue, pois estas não são eliminadas de forma eficiente nem pelos rins, nem por diálise conseqüentemente prejudicando as funções auditivas.

O grupo menos afetado pela ausência das EOE-t foi o da diálise peritoneal, e o mais afetado foi o da hemodiálise, apesar dessa diferença não ser significativa, conforme também relatado por Ozturan & Lam¹⁵ e Naderpour et al.²¹

Apesar de a hemodiálise poder ser um método mais agressivo com relação à cóclea por possivelmente causar alterações iônicas bruscas na membrana celular,^{19,20,22,23} as mesmas não foram observadas nas EOE-t nesta pesquisa.

No PEATE, o grupo conservador diferiu do grupo hemodiálise, com aumento do intervalo III-V, sugerindo danos nas vias auditivas centrais.²⁴

Conclusão

Concluímos que o tratamento conservador apresentou piores limiares audiométricos em todas as frequências testadas e PEATE anormal, reforçando que pacientes com doença renal crônica devem realizar uma avaliação auditiva completa para terem um melhor entendimento da doença e de seus efeitos sobre o sistema auditivo.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

- Romão Junior JE. Chronic kidney disease: definition, epidemiology, and classification. *J Bras Nefrol.* 2004;26:1-3.
- Alport AC. Hereditary familial congenital haemorrhagic nephritis. *BMJ.* 1927;1:504-6.
- Gatland D, Tucker B, Chalstrey S, Keene M, Baker L. Hearing loss in chronic renal failure-hearing threshold changes following haemodialysis. *JR Soc Med.* 1999;84:587-9.
- Zeigelboim BS, Mangabeira-Albernaz PL, Fukuda Y. High frequency audiometry and chronic renal failure. *Acta Otolaryngol.* 2001;121:245-8.
- Gafer U, Shvili Y, Levi J, Talmi Y, Zohar Y. Brainstem auditory evoked responses in chronic renal failure and the effect of hemodialysis. *Nephron.* 1989;53:2-5.
- Komsuoglu SS, Mehta R, Jones LA, Harding GF. Brainstem auditory potentials in chronic renal failure and maintenance hemodialysis. *Neurology.* 1985;35:419-23.
- Antonelli AR, Bonfioli F, Garrubba V, Ghisellini M, Lamoletti MP, Nicolai P, et al. Audiological findings in elderly patients with chronic renal failure. *Acta Otolaryngol.* 1991;476:54-68.
- Thodi C, Thodis E, Danielides V, Pasadakis P, Vargemzis V. Hearing in renal failure. *Nephron Dial Transplant.* 2006;21:3023-30.
- Sousa LCA, Piza MR, Alvarenga KF, Cóser PL. Otoacoustic emissions: hearing electrophysiology and otoacoustic emissions, principles and clinical applications. São Paulo: Novo Conceito; 2008. p. 110-29.
- Katz J. Auditory brainstem response (ABR): Neurodiagnosis and applications intraoperative. *Handbook of clinical audiology.* 4th edition. São Paulo: Manole; 1999. p. 349-71.
- Hood L. The normal auditory brainstem response. In: *Clinical applications of the auditory brainstem response.* San Diego: Singular; 1998. p. 126-44.
- Lin C, Hsu HT, Lin YS, Weng SF. Increased risk of getting sudden sensorineural hearing loss in patients with chronic kidney disease: A population-based cohort study. *Laryngoscope.* 2013;123:767-73.
- Vilayur E, Gopinath B, Harris DC, Burlutsky G, McMahon CM, Mitchell P. The association between reduced GFR and hearing loss: a cross-sectional population-based study. *Am J Kidney Dis.* 2010;56:661-9.
- Bains KS, Chopra H, Sandhu JS, Aulakh BS. Cochlear function in chronic kidney disease and renal transplantation: a longitudinal study. *Transplant Proc.* 2007;39:1465-8.

15. Ozturan O, Lam S. The effect of hemodialysis on hearing using pure-tone audiometry and distortion-product otoacoustic emissions. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 1998;60:303-13.
16. Serbetçioğlu MB, Erdogan S, Sifil A. Effects of a single session of hemodialysis on hearing abilities. *Acta Otolaryngol.* 2001;121:836-8.
17. Rossini M, Stefano D, Febbo A, Paolo D, Bascini M. Brainstem auditory responses (BAERs) in patients. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1984;57:507-14.
18. Gierek T, Markowski J, Kokot F, Paluch J, Wiecek A, Klimek D. Electrophysiological examinations (ABR and DPOAE) of hearing organ in hemodialysed patients suffering from chronic renal failure. *Otolaryngol Pol.* 2002;56:189-94.
19. Mancini M, Dello Strologo L, Bianchi P, Tiera L, Rizonni G. Sensorineural hearing loss in patients reaching chronic renal failure in childhood. *Pediatr Nephrol.* 1996;10:38-40.
20. Nikolopoulos TP, Kandiloros DC, Segas SV, Nomicos PN, Ferekidis EA, Michelis KE, et al. Auditory function in young patients with chronic renal failure. *Clin Otolaryngol.* 1997;22:222-5.
21. Naderpour M, Mortazavi F, Jabbari-Moghaddam Y, Sharifi-Moghaddam MH. Auditory brain stem response and otoacoustic emission results in children with end-stage renal disease. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2011;75:704-7.
22. Johnson DW, Wathen RL, Mathog RH. Effects of hemodialysis on hearing threshold. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec.* 1976;38:129-39.
23. Erkoç MF, Bulut S, İmamoğlu H, Gümüş C, Kayataş M. CT assessment of bone remodeling in the otic capsule in chronic renal failure: association with hearing loss. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;200:396-9.
24. Jakić M, Mihaljević D, Zibar L, Jakić M, Kotromanović Z, Roguljić H. Sensorineural hearing loss in hemodialysis patients. *Coll Antropol.* 2010;34:165-71.