



Hubungan Gangguan Pendengaran dan *Frailty* Pada Lansia Di Panti Sosial Tresna Werdha Wana Seraya Denpasar

I Gede Agus Aprianta^{1*}, R.A. Tuty Kuswardhani², I Gusti Putu Suka Aryana²



DOI : 10.36216/jpd.v4i2.103

Introduction: Human life expectancy is increasing along with developments and advances in the medical field. Frailty is characterized by a decrease in physiological reserves and susceptibility to stressors which are independently associated with falls, disability, hospitalization, cognitive impairment and death. Hearing loss has a very broad scope and level that disrupts socialization. Increased incidence of hearing loss in the elderly is associated with frailty.

Aim: Determine factors related to hearing loss and frailty in the elderly at Tresna Werdha Wana Seraya Nursing Home Denpasar, Bali

Method: This study uses a cross sectional analytic design with the method of sampling is total sampling. Samples were interviewed to determine demographic characteristics. Functional status was assessed by ADL Barthel, hearing loss was assessed by the Indonesian version of the HHIES questionnaire, cognitive function by the MOCA-INA and Frailty questionnaire was measured using Fried Frailty Phenotype. Data analysis using SPSS 23 with fisher's exact test.

Result: A total of 30 elderly samples aged 61-94 years participated in this study with a median age of 73.73 years. A total of 13 samples (43.3%) experienced frailty. Of the various variables analyzed, the level of independence ($P = 0.025$), hearing loss ($P = 0.005$) and cognitive impairment ($P = 0.011$) were significantly related to frailty.

Conclusion: There were 13 people (43.3%) experienced frailty. Dependency, cognitive impairment and hearing loss are variables related to the occurrence of frailty in this study.

Keywords: Level of independence, hearing loss, cognitive impairment, frailty

¹Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/RSUP Sanglah, Denpasar, Bali, Indonesia
²Departemen/KSM Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/RSUP Sanglah, Denpasar, Bali, Indonesia

*Korespondensi:

I Gede Agus Aprianta; Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/RSUP Sanglah, Denpasar, Bali, Indonesia;
a.aprianta@gmail.com

Tanggal diterima : 9 Juli 2020
 Tanggal Disetujui : 14 Agustus 2020
 Tanggal Diterbitkan : 21 Desember 2020

Latar Belakang: Usia harapan hidup manusia semakin meningkat seiring dengan perkembangan dan kemajuan dalam bidang medis. *Frailty* ditandai dengan penurunan cadangan fisiologis dan kerentanan terhadap stresor yang secara independen dikaitkan dengan jatuh, disabilitas, rawat inap, gangguan kognitif dan kematian. Gangguan pendengaran memiliki cakupan dan tingkatan yang sangat luas sehingga mengganggu sosialisasi. Peningkatan kejadian gangguan pendengaran pada lansia berhubungan dengan terjadinya *frailty*.

Tujuan: Menentukan faktor-faktor yang berhubungan dengan gangguan pendengaran dan *frailty* pada lansia di Panti Sosial Tresna Werdha Wana Seraya Denpasar, Bali.

Metode: Studi ini menggunakan desain analitik potong lintang dengan metode pengambilan sampel adalah *total sampling*. Sampel dilakukan wawancara untuk mengetahui karakteristik demografi. Status fungsional dinilai dengan ADL Barthel, gangguan pendengaran dinilai dengan kuesioner HHIES versi Indonesia, fungsi kognitif dengan kuesioner MOCA-INA dan *Frailty* diukur dengan menggunakan *Fried Frailty Phenotype*. Analisis data menggunakan SPSS 23 dengan *fisher's exact test*.

Hasil: Sejumlah 30 sampel lansia yang berusia 61-94 tahun mengikuti penelitian ini dengan median usia 73.73 tahun. Sebanyak 13 sampel (43.3%) mengalami *frailty*. Dari berbagai variabel yang dianalisis, tingkat kemandirian ($P=0.025$), gangguan pendengaran ($P=0.005$) dan gangguan kognitif ($P=0.011$) berhubungan dengan *frailty* secara bermakna.

Simpulan: Terdapat 13 orang (43.3%) mengalami *frailty*. Ketergantungan, gangguan kognitif dan gangguan pendengaran merupakan variabel yang berhubungan dengan terjadinya *frailty* pada penelitian ini.

Kata kunci: Tingkat Kemandirian, gangguan pendengaran, gangguan kognitif, *frailty*

PENDAHULUAN

Usia harapan hidup manusia semakin meningkat seiring dengan perkembangan dan kemajuan dalam bidang medis sehingga terjadi peningkatan populasi lanjut usia (lansia) setiap tahunnya. Peningkatan populasi usia lebih dari 60 tahun diperkirakan meningkat hampir dua kali lipat (dari 245 juta jiwa tahun 2005 menjadi 406 juta jiwa pada tahun 2050), sedangkan usia di bawah 60 tahun akan menurun dari 971 juta pada 2005 menjadi 839 juta jiwa pada 2050.¹ Berdasarkan data proyeksi penduduk tahun 1990-2025 dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2005, jumlah penduduk lansia mencapai 7,28% (sekitar 15,2 juta jiwa) dari total jumlah penduduk Indonesia dan tahun 2020 jumlahnya diperkirakan bertambah sebesar 11,34%.² Selama periode 2000-2005, jumlah lansia di Bali tumbuh rata-rata 2,4% dan tahun 2015 jumlahnya diperkirakan meningkat hampir dua kali lipat dibandingkan tahun 1990 sehingga menjadi lebih dari 432.000 orang.³

Frailty ditandai dengan penurunan cadangan fisiologis dan kerentanan terhadap stressor dan didefinisikan pada penelitian epidemiologis bila memenuhi tiga atau lebih kriteria berikut: penurunan berat badan yang tidak direncanakan, kecepatan berjalan lambat, kelemahan, kelelahan dan aktivitas fisik yang rendah. *Frailty* secara independen dikaitkan dengan jatuh, disabilitas, rawat inap, gangguan kognitif dan kematian.^{4,5}

Gangguan pendengaran memiliki cakupan dan tingkatan yang sangat luas dari gangguan pendengaran dengan derajat yang tidak terdeteksi sampai derajat sangat berat sehingga mengganggu sosialisasi. Hampir 30-35% dari populasi usia diatas 65 tahun menderita gangguan pendengaran dan sekitar 1,5-3,0% membutuhkan alat bantu dengar. Sekitar 40% usia di atas 75 tahun mengalami gangguan pendengaran.⁶

Peningkatan kejadian gangguan pendengaran pada lansia dan besarnya dampak yang ditimbulkan mendorong penulis untuk meneliti faktor-faktor yang berhubungan dengan terjadinya *frailty* pada lansia sehingga dapat mencegah luaran buruk bagi lansia. Penelitian ini bertujuan untuk melihat faktor-faktor yang terkait dengan *frailty* pada lansia di Panti Sosial Tresna Werdha Wana Seraya Denpasar, Bali.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain analitik potong lintang dengan metode pengambilan sampel adalah *total sampling*. Sampel merupakan 30 orang lansia yang tinggal di Panti Sosial Werdha Wana Seraya Denpasar.

Kuesioner terstruktur digunakan untuk mengumpulkan data demografi seperti usia, jenis kelamin, tingkat pendidikan, status fungsional, status pendengaran dan status kognitif.

Status fungsional diukur berdasarkan kuesioner ADL (*activity daily living*) Barthel dengan interpretasi skor 12-20 adalah mandiri dan ≤ 11 adalah tergantung. Gangguan pendengaran ditentukan menggunakan kuesioner HHIE-S (*Hearing Handicap Inventory for the Elderly-Screening*) versi Indonesia yang terdiri dari 10 pertanyaan. Skoring pada HHIE-S yaitu jika ya, 4 poin; kadang-kadang, 2 poin; atau tidak, 0 poin, pada setiap pertanyaan. Skoring berkisar antara 0 (tidak terdapat kecacatan) sampai 40 (kecacatan maksimum). Kuesioner HHIE-S versi Indonesia digunakan sebagai penapisan gangguan pendengaran karena telah dilakukan penelitian pendahuluan oleh Astari (2014) di Panti Wana Seraya terhadap validasi HHIE-S versi Indonesia dengan baku emas audiometri, didapatkan uji validitas item kuesioner dengan hasil semua item valid dengan nilai koefisien korelasi (r) $> 0,361$ dan $p < 0,05$ yaitu pada kolom terakhir ($r = 0,361$ batas koefisien validasi untuk jumlah sampel 30) dan uji reliabilitas item kuesioner dengan Cronbach's alpha didapatkan nilai 0,777. Skor 0-6 merupakan tidak ada gangguan pendengaran dan skor ≥ 7 terdapat gangguan pendengaran. Gangguan kognitif diukur dengan menggunakan kuesioner MoCA-INA (*Montreal Cognitive Assessment*) Indonesia. MoCA-INA berisi 11 pertanyaan menilai kemampuan kognitif yang meliputi atensi, bahasa, memori, dan fungsi visuospatial. Skor MoCA-INA 26 - 30 diinterpretasikan normal (tanpa gangguan kognitif) dan skor ≤ 25 mengindikasikan adanya gangguan kognitif. *Frailty* diukur dengan menggunakan *Fried Frailty Phenotype* yang terdiri dari 5 kriteria yaitu penurunan berat badan, kelelahan, kelemahan otot, penurunan kecepatan berjalan dan penurunan aktifitas fisik. Diperlukan alat *stopwatch* untuk mengetahui kecepatan berjalan dan alat *handgrip dynamometer* untuk mengetahui kekuatan gengaman. Hasil akan dikategorikan menjadi dua yaitu 0-2 *non frailty* dan ≥ 3 adalah *frailty*. Indeks massa tubuh (IMT) dihitung dengan membagi antara berat badan (dalam kilogram) dengan tinggi badan kuadrat (dalam meter persegi). IMT dibawah 18.5 dikategorikan *underweight* dan 18.5-24.9 dikategorikan normal.

Data yang telah terkumpul diolah menggunakan program SPSS versi 23. Analisis statistik yang digunakan adalah analisis univariat dan bivariat. Analisis statistik univariat bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik masing-masing variabel yang diteliti sedangkan analisis bivariat bertujuan menganalisis faktor-faktor yang diduga berhubungan dengan *frailty*. Uji statistik yang digunakan adalah uji *chi square* bila syarat terpenuhi dan *fisher's exact test* bila syarat *chi square* tidak terpenuhi.

HASIL

Total 30 sampel terkumpul dengan dengan usia terendah 61 tahun dan tertinggi 94 tahun dimana rata-rata usia 73.73 tahun. Jenis kelamin perempuan berjumlah 22 orang

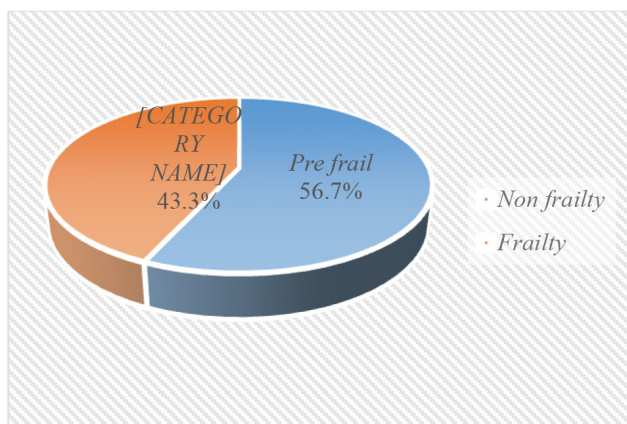
**Tabel 1.** Demografi dan Karakteristik Sampel

Karakteristik Demografi	Total (N=30)	%
Jenis Kelamin		
Laki-laki	8	26.7%
Perempuan	22	73.3%
Usia		
60-69 tahun	20	66.7%
≥70 tahun	10	33.3%
Tingkat Pendidikan		
Tidak sekolah	21	70%
SD-SMP	9	30%
IMT		
<i>Underweight</i>	12	40%
Normal	18	60%
Status Fungsional		
Tergantung	15	50%
Mandiri	15	50%
Status Pendengaran		
Normal	11	36.7%
Gangguan Pendengaran	19	63.3%
Status Kognitif		
Normal	10	33.3%
Gangguan kognitif	20	66.7%

(73.3%) dan laki-laki 8 orang (26.7%). Status IMT berkisar antara 14.70 kg/m² hingga 22.1 kg/m² dengan rata-rata IMT adalah 19.17 kg/m². Dari seluruh sampel didapatkan dua pertiga lansia (70%) tidak bersekolah, dan sisanya bersekolah hingga SD saja. Skor ADL barthel sampel terendah didapatkan 4 dan tertinggi 18 dengan rata-rata 12.1. Skor MoCA-INA berkisar antara 11 – 27 dengan rata-rata skor 19. Skor HHIE-S versi Indonesia berkisar antara 0 – 32 dengan rerata skor 12.6. Demografi dan karakteristik sampel dapat dilihat pada **tabel 1**.

Dari total 30 sampel yang didapatkan, terdapat 13 orang lansia (43.3%) yang mengalami *frailty* (**Gambar 1**).

Terdapat beberapa faktor yang diduga berperan terhadap terjadinya *frailty* pada lansia. Analisis bivariat mendapatkan tiga variabel yang secara statistik bermakna dan

**Gambar 1.** Distribusi *frailty* pada lansia di Panti Sosial Werdha Wana Seraya Denpasar**Tabel 2.** Analisis faktor-faktor yang dianggap berhubungan dengan *frailty* pada lansia di Panti Sosial Werdha Wana Seraya Denpasar

Variabel	Fried Frailty Phenotype		Nilai p
	Non frailty (N=17)	Frailty (N=13)	
Jenis Kelamin			
Laki-laki	5 (29.4%)	3 (23.1%)	1.000
Perempuan	12 (70.6%)	10 (76.9%)	
Usia			
60-69 tahun	13 (76.5%)	7 (53.8%)	0.225
≥70 tahun	4 (23.5%)	6 (46.2%)	
Tingkat Pendidikan			
Tidak sekolah	12 (70.6%)	9 (69.2%)	1.000
SD-SMP	5 (29.4%)	4 (30.8%)	
IMT			
<i>Underweight</i>	7 (41.2%)	5 (38.5%)	0.412
Normal	10 (58.8%)	8 (61.5%)	
Status fungsional			
Tergantung	5 (29.4%)	10 (76.9%)	0.025*
Mandiri	12 (70.6%)	3 (23.1%)	
Status Pendengaran			
Normal	10 (58.8%)	1 (7.7%)	0.005*
Gangguan Pendengaran	7 (41.2%)	12 (92.3%)	
Status Kognitif			
Normal	9 (52.9%)	1 (7.7%)	0.011*
Gangguan kognitif	8 (47.1%)	12 (92.3%)	

*signifikan secara statistik

SD: sekolah dasar; SMP: sekolah menengah pertama; IMT: indeks massa tubuh

berhubungan dengan *frailty* yaitu variabel status fungsional (P=0.025), gangguan pendengaran (P=0.005) dan gangguan kognitif (P=0.011) sementara variabel lain seperti jenis kelamin, usia, tingkat pendidikan, dan IMT tidak terbukti berhubungan dengan *frailty* pada penelitian ini.

DISKUSI

Gangguan pendengaran terkait usia merupakan bentuk gangguan pendengaran sensorineural yang terjadi akibat disfungsi jalur auditorik perifer maupun sentral.^{7,8}

Penelitian yang ada sebelumnya menunjukkan inkonsistensi antara gangguan pendengaran dengan peningkatan risiko insiden disabilitas dimana beberapa penelitian melaporkan adanya hubungan⁹ sedangkan lainnya tidak.^{10,11} Gangguan pendengaran dihubungkan dengan peningkatan risiko inaktivitas fisik kemungkinan akibat kerusakan koklea yang menyebabkan gangguan keseimbangan sehingga membatasi aktivitas fisik.¹² Hubungan antara gangguan pendengaran dan insiden disabilitas mungkin pula dimediasi oleh gangguan depresi dan isolasi sosial. Depresi pada lansia telah dikaitkan dengan berkurangnya keterikatan dan motivasi untuk menjaga hidup sehat termasuk latihan dan

kebiasaan makan sehat sehingga meningkatkan risiko untuk tergantung pada orang lain.^{9,13,14} Alternatif lain, terjadinya disabilitas pada lansia dengan gangguan pendengaran mungkin dimediasi oleh gangguan kognitif.¹⁵ Gangguan pendengaran telah ditunjukkan meningkatkan risiko terjadinya gangguan kognitif.¹⁶ Terjadinya gangguan kognitif pada lansia dengan gangguan pendengaran dapat diakibatkan oleh kehilangan volume pada korteks auditorium dan area lain dari otak yang mengganggu integritas jalur auditorik sentral *white matter* dan reorganisasi kortikal.^{17,18} Gangguan pendengaran juga mempercepat atrofi otak pada girus dan parahipokampus superior, media dan inferior temporal; area otak yang berimplikasi terhadap terjadinya penyakit Alzheimer. Terakhir, perubahan histopatologi (degenerasi, plak dan tangle) sistem auditorik juga terjadi pada pasien dengan penyakit Alzheimer.¹⁹

Pada penelitian ini didapatkan 12 lansia (92.3%) dengan gangguan pendengaran mengalami *frailty*. *Frailty* didefinisikan sebagai sindrom klinis yang mencakup tiga atau lebih gejala berikut: penurunan berat badan yang tidak direncanakan dalam 1 tahun terakhir (>10 *pounds* atau setara 4.54 kg), kelelahan, kelemahan (kekuatan menggenggam), kecepatan berjalan yang lambat dan aktivitas yang rendah.⁴ *Frailty* meningkatkan risiko luaran kesehatan yang buruk seperti jatuh, rawat inap, dan kematian. Risiko *frailty* pada lansia dengan gangguan pendengaran meningkat 63% dan tampak bahwa gangguan pendengaran merupakan faktor risiko independen terhadap terjadinya *frailty* dengan risiko tinggi terjadinya jatuh.²⁰ Gangguan pendengaran dihubungkan dengan luaran kesehatan terkait *frailty* seperti aktivitas fisik yang rendah, kecepatan berjalan lambat, dan insiden jatuh. *Frailty* juga dilaporkan dihubungkan dengan gangguan kognitif dan insiden demensia.²¹

Gangguan pendengaran merupakan fenotip klinis yang kompleks dimana berbagai faktor genetik dan lingkungan saling berinteraksi. Diantara faktor genetik, variasi gen reseptor metabotropik glutamate telah ditunjukkan memberikan risiko terjadinya gangguan pendengaran, mungkin dengan modifikasi kerentanan terhadap eksitoksisitas glutamate. Jalur glutamatergik juga kuat dihubungkan dengan demensia alzheimer. Kemungkinan lain yang menghubungkan gangguan pendengaran dengan demensia adalah disfungsi mitokondria progresif. Restriksi kalori yang diketahui dapat mengurangi oksidasi, mencegah gangguan pendengaran pada tikus dan efek ini tergantung pada upregulasi jalur SIRT3, yang mengatur produksi superoksida dan antioksidan dalam mitokondria.²²

Gangguan pendengaran dihubungkan dengan komunikasi verbal yang buruk dan dapat mengganggu uji kognitif. Sindrom *frailty* mungkin berbagi jalur etiologi bila dihubungkan dengan gangguan pendengaran dan kognitif.^{22,23}

Penjelasan potensial untuk kondisi ini meliputi etiologi neuropatologi bersama (penyakit mikrovaskular, inflamasi) yang berperan terhadap terjadinya gangguan pendengaran dan *frailty*. Efek *frailty* terhadap persepsi pendengaran atau efek potensial gangguan pendengaran terhadap *frailty* melalui jalur beban kognitif, isolasi sosial, stres atau kurangnya kesadaran terhadap lingkungan sehingga mempengaruhi mobilitas.²⁰

Berdasarkan temuan yang ada, terdapat hubungan bidireksional antara gangguan pendengaran dengan gangguan kognitif, depresi dan isolasi sosial, dan *frailty*. Faktor utama adalah menua, predisposisi genetik, faktor lingkungan, kondisi medis dan kesehatan yang mengakibatkan penurunan kognitif, gangguan pendengaran dan *frailty*. Selanjutnya gangguan pendengaran meningkatkan risiko depresi dan *frailty* dimana keduanya dihubungkan dengan penurunan fungsi kognitif terkait usia dan risiko terjadinya demensia. Karena gangguan pendengaran merupakan faktor risiko primer yang dapat dimodifikasi untuk terjadinya penurunan kognitif, depresi dan isolasi sosial, terapinya dapat meningkatkan luaran dan mengubah lintasan gangguan kognitif.^{21,23} Hal tersebut didukung oleh beberapa uji klinis terandomisasi yang menunjukkan perbaikan fungsi kognitif pada pengguna alat bantu dengar pada penderita demensia yang menunjukkan bahwa intervensi yang mengembalikan fungsi pendengaran mungkin efektif dalam memperbaiki gangguan kognitif pada usia tua.²²

Pada analisis multivariate tidak kami temukan hubungan antara tingkat kemandirian, gangguan kognitif dan pendengaran dengan *frailty*. Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena ada faktor lain seperti (seperti depresi, jatuh) yang tidak diteliti dalam penelitian ini.

Penelitian ini memiliki beberapa kelemahan. Pertama, jumlah sampel penelitian kecil untuk sebuah desain penelitian potong lintang dan kedua, desain penelitian yang berupa potong lintang tidak dapat mencerminkan hubungan kausal antara variabel bebas (tingkat kemandirian, gangguan pendengaran dan kognitif) dengan variabel tergantung (*frailty*).

SIMPULAN

Terdapat 13 orang lansia (43.3%) mengalami *frailty*. Ketergantungan, gangguan kognitif dan gangguan pendengaran merupakan variabel yang berhubungan dengan terjadinya *frailty* pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Manton, KG. 2006. The Demography of Aging. In: Pathy J, Sinclair AJ, Morley JE (eds). Principles and Practice of Geriatric Medicine. 4th ed. England: John Wiley & Sons Ltd. p.87-100.
2. Badan Pusat Statistik. 2005. Angka harapan hidup. [cited 2018, August 30]. Available at: <http://www.datastatistikindonesia.com/content/view/460/460>.



3. Rimbawan Dauh Nyoman. 2008. Profil Lansia di Bali dan Kaitannya dengan Pembangunan. [cited 2016, 01 September 2018]. Available at: <http://www.ojs.unud.ac.id/index.php/piramida/article/download/2980/2138>
4. Fried LP, Tangen CM, Walston J et al. Frailty in older adults: Evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2001;56A:M146–M156.
5. Boyle PA, Buchman AS, Wilson RS et al. Physical frailty is associated with incident mild cognitive impairment in community-based older persons. *J Am Geriatr Soc*. 2010;58:248–255.
6. Jupiter T, Palagonia CL. The Hearing Handicap Inventory for the Elderly Screening Version Adapted for Use with Elderly Chinese American Individuals. *American Journal of Audiology*. 2001;10:99-103.
7. Wallhagen MI, Pettengill E, Whiteside M. Sensory impairment in older adults: Part 1: Hearing loss. *Am J Nurs*. 2006;106:40-48.
8. Gates GA, Mills JH. Presbycusis. *Lancet*. 2005;366:1111-1120.
9. Yamada M, Nishiwaki Y, Michikawa T, Takebayashi T. Self-reported hearing loss in older adults is associated with future decline in instrumental activities of daily living but not in social participation. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60:1304-1309.
10. Laforge R, Spector W, Sternberg J. The Relationship of Vision and Hearing Impairment to One-Year Mortality and Functional Decline. *J Aging Health*. 1992;4:126-148.
11. Rosso AL, Eaton CB, Wallace R, Gold R, Stefanick ML, Ockene JK, et al. Geriatric syndromes and incident disability in older women: results from the women's health initiative observational study. *J Am Geriatr Soc*. 2013;61:371-379.
12. Woollacott M, Shumway-Cook A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait Posture*. 2002;16:1-14.
13. Grenade L, Boldy D. Social isolation and loneliness among older people: issues and future challenges in community and residential settings. *Aust Health Rev*. 2008;32:468-78.
14. Avlund K, Lund R, Holstein BE, Due P. Social relations as determinant of onset of disability in aging. *Arch Gerontol Geriatr*. 2004;38:85-99.
15. Lee M, Saver JL, Hong KS, Wu YL, Liu HC, Rao NM, et al. Cognitive impairment and risk of future stroke: a systematic review and meta-analysis. *Cmaj*. 2014;186:E536-46.
16. Lin FR, Yaffe K, Xia J, Xue QL, Harris TB, Purchase-Helzner E, et al. Hearing loss and cognitive decline in older adults. *JAMA Intern Med*. 2013;173:293-299.
17. Lin FR, Ferrucci L, An Y, Goh JO, Doshi J, Metter EJ, et al., Association of hearing impairment with brain volume changes in older adults. *Neuroimage*. 2014;90:84-92.
18. Lin Y, Wang J, Wu C, Wai Y, Yu J, Ng S. Diffusion tensor imaging of the auditory pathway in sensorineural hearing loss: changes in radial diffusivity and diffusion anisotropy. *J Magn Reson Imaging*. 2008;28:598-603.
19. Sinha UK, Hollen KM, Rodriguez R, Miller CA, Auditory system degeneration in Alzheimer's disease. *Neurology*. 1993;43:779-785.
20. Kamil RJ, Li L, Lin FR. Association between hearing impairment and frailty in older adults. *J Am Geriatr Soc*. 2014;62:1186-1188.
21. Jayakody DMP, Friedland PL, Martins RN, Sohrabi HR. Impact of Aging on the Auditory System and Related Cognitive Functions: A Narrative Review. *Front Neurosci*. 2018;12:125:1-16
22. Panza F, Solfrizzi V, Logroscino G. Age-related hearing impairment—a risk factor and frailty marker for dementia and AD. *Nat Rev Neurol*. 2015;11:166-175.
23. Liljas, AEM., Carvalho, LA., Papachristou, E., De Oliveira, C., Wannamethee SG., Ramsay, SR. & Walters, K. Self-reported hearing impairment and incident frailty in English community-dwelling older adults: a 4-year follow-up study. *J Am Ger Soc*. 2017;65(5):958-965.



This work is licensed under a
[Creative Commons Attribution 4.0
 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).