

資料

加齢性難聴の早期発見に向けた指こすり・指タップ音聴取検査の
妥当性の検討

サノ	トモコ	モリタ	ケイコ	オクヤマ	ヨウコ
佐野	智子*	森田	恵子 ^{2*}	奥山	陽子 ^{2*}
イトウ	ナオコ	オサダ	ヒサオ		
伊藤	直子 ^{2*}	長田	久雄 ^{3*}		

目的 加齢性難聴は大きな健康課題のひとつであり、早期の発見が望まれる。難聴の簡易スクリーニング検査として、指こすり音聴取検査があるが、これまでは加齢性難聴を対象として検討されてこなかった。本研究の目的は、従来の方法を改良した「指こすり・指タップ音聴取検査 (Finger Rub/Finger Tap screening test: FRFT 検査)」を提唱し、加齢性難聴のスクリーニング検査として、その有効性を検討することである。

方法 健康状態を比較的維持し、地域で自立した生活を送っている65歳以上の高齢者を対象とした。介護予防事業 (運動教室) の参加者のうち調査協力に同意した73人を対象とし、FRFT 検査と純音検査を実施した35人 (70耳) を分析対象とした。FRFT 検査は、耳からの距離 5 cm, 30 cm, 60 cm の条件で、指こすり音および指タップ音を 2 回ずつ提示し、その反応を記録するものである。正答を 1 点、誤答および無答を 0 点として得点化した。純音検査の結果から 4 周波数平均聴力を算出し、平均聴力と FRFT 合計得点のスピアマンの順位相関係数を算出した。FRFT 検査得点を検定変数として、receiver operating characteristics (ROC) 解析を行い、感度・特異度から FRFT 検査の妥当性を検討した。状態変数は、軽度難聴以上の有無と中等度難聴の有無の 2 種類で行った。

結果 純音聴力と FRFT 合計得点に有意な負の相関 ($r = -0.79, P < 0.01$) があり、併存的妥当性が確認された。ROC 解析により、FRFT 合計得点は感度 97.6%、特異度 71.4% で 26 dB 以上の難聴を検出可能であった。また、60 cm 条件を含めない短縮版 (5 cm 条件と 30 cm 条件の合計) でも、感度 95.2%、特異度 71.4% で 26 dB 以上の軽度難聴を検出できた。

結論 FRFT 検査によって、加齢性難聴のスクリーニングが可能であることが明らかになった。非検査耳を遮蔽することなく、軽度難聴以上を検出することができる、非常に簡便で、非侵襲性の高い、優れた検査であることが示された。また、音響分析によって、指こすり音は高音漸傾型の難聴に、指タップ音は低音障害型や全般的に聴力低下がみられる耳垢栓塞にも有効である可能性が示唆された。

Key words : 加齢性難聴, スクリーニング, 指こすり音聴取検査

日本公衆衛生雑誌 2018; 65(6): 288-299. doi:10.11236/jph.65.6_288

I 緒言

加齢性難聴は、高齢者に深刻な影響を与える最も一般的な感覚障害のひとつである^{1,2)}。加齢性難聴をそのまま放置することは、聴覚の廃用を引き起こ

す可能性³⁾があるばかりか、高齢者の生活にさまざまな影響を及ぼす。これまでの研究によって難聴は、コミュニケーションの減少⁴⁾や社会的な孤立^{4,5)}、健康関連 QOL (Quality of Life) の低下⁶⁾、転倒リスクの増加⁷⁾、抑うつ状態になる危険性の増大^{8,9)}、認知機能の低下¹⁰⁾などとの関連が示されている。さらに難聴が認知症の独立した危険因子であるとの報告¹¹⁾もある。日本の65歳以上の難聴高齢者数は1,500万人超と推計されている²⁾ことから、加齢性難聴は大きな健康課題といえよう。

* 城西国際大学福祉総合学部福祉総合学科

^{2*} 日本医療科学大学保健医療学部看護学科

^{3*} 桜美林大学大学院老年学研究科

責任著者連絡先: 〒283-8555 千葉県東金市求名 1
城西国際大学福祉総合学部福祉総合学科 佐野智子

現時点では、加齢性難聴を回復させる方法はないが、補聴器や人工内耳の装用により、聞こえを改善することは可能である¹²⁾。高齢者であっても、一度悪化した語音明瞭度が、補聴器を装用することで回復したという報告もある¹³⁾。補聴器装用は聴覚の廃用を防ぐだけでなく、不安や抑うつ、怒りなどの心理的ストレスの低減^{14,15)}や認知機能の向上¹⁶⁾の可能性も示されている。したがって、高齢期の難聴を早期に発見し、早期に補聴器等の装用¹⁷⁾や聴覚リハビリテーションへ繋げることが重要である。同時に、難聴高齢者本人や周囲の家族に対して、コミュニケーションの指導を行うことが大切であるといわれている¹⁸⁾。

加齢性難聴の早期発見には、定期的な検査が有益だが、高齢者は定期的な聴力検査を受ける機会が少ない¹⁹⁾。また、聴力検診制度が整っていたとしても受診率は低い^{20~22)}。加齢性難聴は年齢以外に特別な原因のない高音漸傾型の感音難聴²³⁾で、50~55歳までは緩やかに、それ以降は急速に悪化する²⁴⁾。したがって、初期の聴力低下はゆっくりと進行するため気づきにくい。聴力低下が進み、難聴に気づいたとしても、高齢者の多くは受診しない²⁵⁾。その結果、難聴の治療の開始が遅れる傾向にあり²⁶⁾、ここに公衆衛生上の課題がある。高齢者自身または家族が手軽に行えるスクリーニング検査と、受診の目安となるような基準を広く周知することによって、難聴の早期発見と早期介入を可能にすると考えられる。本研究はその基礎研究として、難聴のスクリーニング検査を検討する。

難聴の簡易スクリーニング検査のひとつに指こすり音聴取検査がある。これは手指を素早くこすり合わせた際に生じる音を検査音とし、聞こえるか否かで判断するものである^{27~30)}。日本では小児を対象に、他の質問項目やささやき声検査とあわせ、三歳児健診の検査のひとつとして検討されてきた^{27~30)}。その結果、40 dB以上の難聴の検出は可能であった³⁰⁾。そして、指こすり音の周波数特性から、高音漸傾型である加齢性難聴のスクリーニング検査として有用性が高いと推察されている³⁰⁾。海外では研究件数は少ないものの、高齢者の難聴検出に感度の高い検査として有効性が確認されている^{31,32)}。本邦においては、高齢者を対象とした指こすり音聴取検査を用いた研究は、倉内ら³³⁾のみである。倉内ら³³⁾は、介護老人保健施設において、他のスクリーニング検査とともに、中山らの方法³⁰⁾に準じ、指こすり音聴取検査を実施した。結果は指こすり音に反応したケースは少なかったが、倉内ら³³⁾の研究では対象者は施設利用者であり、複数の疾患を

合併し、認知機能も低下した高齢者が含まれていたためと考えられる。難聴の早期発見が課題であることから、認知機能を含め、健康状態を維持している一般の高齢者を対象とした研究が必要である。

また、日本で行われてきた指こすり音聴取検査には、2つの課題がある。第一に音の発生方法である。中山らは、自宅で母親が検査をする際に、指こすり音がパチンという「指鳴らし音」になる場合があることを指摘している³⁰⁾。指鳴らし音では音圧が高過ぎて、スクリーニングには適さない。高齢者やその家族が実施するときに、同様の問題が生じる可能性があり、他の方法で音を発生させる必要がある。第二に音源の距離の問題がある。日本における従来の方法では、音源の位置は耳元から5 cmのみであった^{27~30)}。海外の研究では、音源を耳から70 cm および35 cm 離れたところでも実施している^{31,32)}。日本では軽度難聴の検出が困難²⁷⁾とされてきたのは、この点に原因があったと考えられる。

これらの問題を解決するために、Torres-Russottoらの方法³¹⁾を参考に「指こすり・指タップ音聴取検査法(Finger Rub/Finger Tap screening test: 以下、FRFT 検査)を考案した(APPENDIX)。本研究の目的は、①FRFT 検査の検査音の音響特性を確認すること、②純音検査と比較し、FRFT 検査の併存的妥当性と弁別的妥当性を検証すること、③検査に必要な音源からの距離を検討することである。早期に加齢性難聴を発見することは、聴覚の廃用を防ぐとともに、周囲のサポートを変えるきっかけにもなり、公衆衛生に寄与すると考えられる。

II 研究方法

1. FRFT 検査音の音響特性

1) 検査音の録音

「指こすり音」は中山ら³⁰⁾に準じ、親指と人差し指をカサカサカサカサと軽く、素早く4, 5往復こすり合わせた。音の大きさは、腕を伸ばし、耳からの距離が約60 cm のときに、検査者自身に微かに聞こえる程度の音と定義した。「指タップ音」は、音を出そうとせずに、ただ親指と人差し指を軽く合わせるつもりで、タンタンタンと4, 5回音を鳴らす。両音とも1回に鳴らす音の持続時間は1~1.5秒とした。音の発生方法の図説を含めたFRFT 検査実施要項(APPENDIX)を作成した。

聴力検査室(永島医科器械, SN-4A)において、検査者3人がFRFT 検査実施要項に従い、「指こすり音」と「指タップ音」を左右の手で各8回発生させ、騒音計(リオン社, NL-52)を用いて、音源から5 cm の距離で録音した。暗騒音は4~5 dB だっ

た。

2) 解析方法

録音した検査音は、周波数分析ソフト(リオン社, AS-70)を用いて音響分析し、125, 250, 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 Hzにおける音圧を算出した。音種、検査者別に各周波数帯域の音圧の平均値および標準偏差を算出し、分散分析によって音種ごとに検査音の個人差を検討した。下位検定には Tukey の多重比較を行った。有意水準は5%とした。また、調査で使用した検査音の特徴を確認した。

2. FRFT 検査の妥当性の検討

1) 対象者

健康状態を比較的維持し、地域で自立した生活を送っている高齢者とした。A市の介護予防事業(運動教室)の参加者のうち、調査協力に同意した65歳以上の高齢者73人を対象とした。A市は人口約7万人、高齢化率25.2%(平成28年4月1日現在の住民基本台帳より算出)の首都圏近郊都市である³⁴⁾。調査は介護予防事業の会場6箇所、2013年1月21日から7月31日に実施した。周辺に通院可能な耳鼻科医院は、近隣のB市にある2件を含め、合計6院存在していた。

2) 調査内容

調査に同意の得られた高齢者に対し、基本属性(性別、補聴器装用の有無、難聴の自覚の有無、耳鼻科受診の有無)、改訂版長谷川式簡易知能スケール(HDS-R)、FRFT検査と純音聴力検査を実施した。基本属性は自記式で、HDS-Rに関しては、調査協力者2~3人が個別に実施・記録した。

2種類の聴力検査は、介護予防事業の会場とは仕切られた比較的静かな部屋で、検査者が個別に実施した。これらの聴力検査の実施順序はランダムであった。検査者は聴覚心理学の研究者1人(検査者1)と看護師2人(検査者2, 3)の計3人であり、検査者1が他の検査者たちに、FRFT検査と純音検査の実施方法を事前に指導した。ただし、FRFT検査は主に検査者1が担当した。調査は介護予防事業の休憩時間および終了後に行い、1回の調査に使用できる時間は15~20分であった。調査を終了するまで、各会場につき3~5回要したが、時間的制約や欠席者の存在によって、すべての調査項目を終了したのは47人(64.4%)であった。

(1) 純音聴力検査

オーディオメータ(リオン社, AA-77A)を用いて、検査者が個別に125, 250, 500, 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 Hzの7周波数について、挙手法によって気導聴力を測定した。ブーストは使用しなかったため最大閾値は60~90 dBであった。騒音計(リオン社,

NL-22)で周辺騒音を測定した。周辺騒音は44~55 dBであった。

(2) 指こすり・指タップ音聴取検査(FRFT検査)

FRFT検査は指こすり、指タップの順で行った。まず、指先を乾いた状態にして、検査者は対象者の正面で指をこすり合わせて見せ、それを対象者の耳元にもって行き、その音が聞こえるか否かを確認した。聞こえた場合、検査者は対象者の背後に移動し、耳元5 cm (FR5)のところで、左右ランダムに2回ずつ施行した。対象者は閉眼で、音の聞こえた側の手を挙げて回答した。次に、検査者が肘を90度に曲げ、対象者の耳から30 cm (FR30)の位置、肘を伸ばし、腕を真横に広げた60 cm (FR60)位置の順に、同様に音を発生させ、挙手法により確認した。

正面からの音確認で指こすり音が聞こえなかった場合は、指こすり音はすべての条件で聞こえないとみなし、すぐに指タップ音検査を実施した。指タップ音検査も同様に、正面からの音確認ののち、3条件(FT5, FT30, FT60)で実施した。なお、耳元5 cm条件では、検査者の指が対象者の髪に触れないように留意した。FRFT検査の施行時間は、1~2分程度であった。

3) 分析方法

(1) 対象者の基本属性と純音聴力

対象者の基本属性(性別、補聴器装用の有無、難聴の自覚の有無、耳鼻科受診の有無)について、記述統計によって分布を確認した。HDS-Rは個人ごとに得点を算出し、全対象者の平均得点と標準偏差を算出した。また、純音聴力検査の結果から、世界保健機関(World Health Organization: WHO)の基準に基づき、500, 1,000, 2,000, 4,000 Hzの4周波数平均聴力を各耳算出し、25 dB以下を健聴、26~40 dBを軽度難聴、41 dB以上を中等度難聴と分類した。

(2) 統計解析

聴力レベル(健聴、軽度難聴、中等度難聴)による各周波数の平均聴力の違いを確認するため、平均聴力を従属変数、聴力レベルを独立変数として、分散分析を行った。下位検定には Bonferroni の多重比較を行った。有意水準は5%とした。

FRFT検査の各施行につき、正答に1点、誤答および無答に0点を与えた。音種ごとに各条件の得点(FR5, FR30, FR60, FT5, FT30, FT60:各2点満点)、指こすり音条件の合計得点(FR合計:6点満点)、指タップ音条件の合計得点(FT合計:6点満点)、耳元からの距離の3条件における指こすり指タップ得点の合計(FRFT5, FRFT30,

FRFT60：各4点満点), 5 cm 条件と30 cm 条件の合計得点 (FRFT5 と FRFT30 の合計：8点満点), 総合計 (FRFT 合計：12点満点) の平均値と標準偏差を算出した。これらの得点を従属変数, 聴力レベルを独立変数として分散分析 (Bonferroni の多重比較) を行った。

4 周波数平均聴力と FRFT 合計得点のスピアマン順位相関係数を算出し, 純音検査と FRFT 検査の併存的妥当性を検討した。FRFT 検査の弁別的妥当性を検討するために, FRFT 検査の各得点を検定変数とし, receiver operating characteristic(以下 ROC) 解析を行った。曲線下面積 (area under the curve, 以下 AUC) を算出し, スクリーニング検査としての有用性を検討した。また, Youden index を用いて, (感度+特異度-1) が最大となるポイントをカットオフ値とした。なお, 状態変数は, 軽度難聴以上の有無と中等度難聴の有無の2種類で実施した。さらに, 偽陽性および偽陰性のケースについて, 各周波数の閾値を確認し, エラーの要因を検討した。すべての統計解析は IBM の SPSS Statistics Ver.23 を用いた。

3. 倫理的配慮

本研究は桜美林大学倫理委員会の承認を得て行われた (No.11044, 承認日：2012年2月3日)。調査対象者には書面と口頭により, 研究の趣旨, 個人情報保護, 調査への協力は任意であること, 調査の途中でいつでも辞退できることなどを説明

し, 同意書に署名を得てから実施した。

III 研究結果

1. 検査音の音響特性

FRFT 検査の音響分析結果は表1に示した。検査音の個人差が認められた。指こすり音では125 Hz と1,000 Hz において, 検査者3 (8.09 dB, 17.85 dB) は検査者2 (5.40 dB, 14.16 dB) よりも有意に高かった (それぞれ $P < 0.05$)。2,000 Hz では検査者1 (27.16 dB) は検査者2 (20.20 dB) および検査者3 (19.53 dB) よりも有意に高かった ($P < 0.05$, $P < 0.05$)。4,000 Hz と8,000 Hz では, 検査者1は検査者2, 3 よりも (それぞれ $P < 0.05$), 検査者2は検査者3 よりも有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。

指タップ音は, 125 Hz において, 検査者2 (34.54 dB) は検査者1 (26.90 dB), 検査者3 (25.32 dB) よりも有意に高かった (それぞれ $P < 0.05$)。250 Hz と500 Hz において, 検査者1は検査者2 (それぞれ $P < 0.05$), 検査者3 (それぞれ $P < 0.05$) よりも有意に低い値を示した。1,000 Hz において検査者3 (20.35 dB) は検査者1 (15.84 dB) よりも有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。

FRFT 検査は主に検査者1が実施したこと並びに, 検査者による音の差が有意であったため, 以下の分析は検査者1が実施したデータ35人 (70耳) 分のみを用いた。検査者1の指こすり音は, 低い周波数帯域では音圧が低く (125 Hz, 6.20 dB), 高い周

表1 検査音の検査者間比較

音種	周波数 Hz	検査者1 音圧 dB (SD)	検査者2 音圧 dB (SD)	検査者3 音圧 dB (SD)	P値	多重比較
指こすり音	125	6.20(3.06)	5.40(3.53)	8.09(2.52)	<0.05	2-3*
	250	8.26(4.11)	9.27(6.22)	10.65(3.73)	n.s.	
	500	11.85(4.81)	12.29(4.95)	13.16(2.91)	n.s.	
	1,000	16.38(3.18)	14.16(3.93)	17.85(4.44)	<0.05	2-3*
	2,000	27.23(1.20)	20.20(2.75)	19.53(4.15)	<0.001	1-2*, 1-3*
	4,000	28.32(0.86)	23.55(1.53)	19.03(2.93)	<0.001	1-2*, 1-3*, 2-3*
	8,000	30.71(1.42)	26.87(4.12)	17.75(2.55)	<0.001	1-2*, 1-3*, 2-3*
指タップ音	125	26.90(3.11)	34.54(5.38)	25.32(1.68)	<0.001	1-2*, 2-3*
	250	22.46(3.77)	29.69(5.62)	26.43(3.18)	<0.001	1-2*, 1-3*
	500	14.82(4.12)	21.80(5.81)	21.35(4.93)	<0.001	1-2*, 1-3*
	1,000	15.84(5.06)	17.61(5.47)	20.35(4.37)	<0.05	1-3*
	2,000	16.82(5.65)	17.55(4.80)	18.74(3.53)	n.s.	
	4,000	19.01(7.31)	20.69(3.71)	18.99(3.81)	n.s.	
	8,000	19.71(7.23)	23.12(4.09)	20.52(4.01)	n.s.	

各周波数における音圧の平均値と標準偏差

検定は一元配置の分散分析 (Tukey の多重比較), * $P < 0.05$

多重比較における数値は検査者を示した (1: 検査者1, 2: 検査者2, 3: 検査者3)

波数帯域で音圧は高く (8,000 Hz, 30.71 dB) なっていた (表1)。指タップ音は, 125 Hz で最も高く (26.90 dB), 500 Hz (14.82 dB) でいったん低下し, 8,000 Hz (19.71 dB) まで緩やかに上昇していた (表1)。

2. 対象者の基本属性と聴力レベル

対象者の属性と4周波数平均聴力は表2に示した。男性2人 (5.7%), 女性33人 (94.3%) 計35人 (平均年齢75.9±5.7歳) であった (表2)。改訂版長谷川式簡易知能スケールの平均得点は27.6±2.8であり, 認知症の疑いのある者はいなかった。

普段, 補聴器を装着しているものは2人 (男女各1人, 両者とも81歳) のみであった。2人とも, 補聴器を常時装着してはならず, 必要に応じて使用しており, 検査当日は装着していなかった。聞こえにくいという自覚のあったものは16人 (45.7%), 自覚のなかったものは19人 (54.3%) だった。聞こえにくいことでの耳鼻科受診があったものは, 11人 (31.4%) であった。

4周波数平均聴力の分類では, 25 dB 以下の健聴は28耳 (40.0%), 26~40 dB の軽度難聴は25耳

(35.7%), 41 dB 以上の中等度難聴は17耳 (24.3%) であった。軽度と中等度を合わせると, 6割に難聴が認められた。26 dB 以上の軽度難聴以上42耳のうち, 両側性難聴は18人 (75%), 一側性難聴は6人 (25%) であった。

3. 純音検査とFRFT検査の比較

各周波数の純音聴力とFRFT得点について, 聴力レベルによる群間比較の結果を表3に示した。すべての周波数における閾値は聴力レベル群による差が有意であった ($P<0.001$)。Bonferroniの多重比較では, 各周波数ともに, 健聴と軽度難聴 ($P<0.05$), 健聴と中等度難聴 ($P<0.05$), 軽度難聴と中等度難聴 ($P<0.05$) に有意差があった。また, 8,000 Hz の閾値上昇が大きく, 中等度難聴群では72.94 dB, 軽度難聴群で56.40 dB, 健聴群でも39.29 dB であった。

FRFT得点のすべての得点指標も, 聴力レベルによる差が有意だった (すべて $P<0.001$, 表3)。多重比較の結果, 健聴群と軽度難聴群 ($P<0.05$), 健聴群と中等度難聴群 ($P<0.05$) に有意差があった。軽度難聴群と中等度難聴群に有意差が認められたのは, FT合計得点のみであった ($P<0.05$)。

FRFT合計得点 (12点満点) と4周波数平均聴力との間に強い負の相関があった ($r=-0.79$, $P<0.01$, 図1)。次に, ROC解析の結果を表4に示した。26 dB 以上の軽度難聴以上を判定する場合, 曲線下面積 (AUC) は, FRFT合計で0.883 (95%信頼区間 (CI) : 0.796-0.971, $P<0.001$), FRFT5とFRFT30の合計では0.877 (95%CI : 0.789-0.965, $P<0.001$), FRFT30では0.863 (95%CI : 0.768-0.958, $P<0.001$), FR合計では0.861 (95%CI : 0.768-0.955, $P<0.001$), FT合計では0.852 (95%CI : 0.756-0.948, $P<0.001$) の順で高く, 中等度の弁別力を示した。カットオフ値は, FRFT合計では9/10 (9点以下は陽性, 10点以上は陰性; 感度97.6%, 特異度71.4%), FRFT5とFRFT30の合計では7/8 (7点以下は陽性, 8点は陰性; 感度95.2%, 特異度71.4%), FRFT30およびFR合計では, いずれも3/4 (3点以下は陽性, 4点以上は陰性; 感度95.2%, 特異度71.4%), FT合計では4/5 (4点以下は陽性, 5点以上は陰性; 感度88.1%, 特異度78.6%) だった。

41 dB 以上の中等度難聴に関しては, AUCの値は, FT合計0.831 (95%CI : 0.738-0.924, $P<0.001$), FRFT合計では0.830 (95%CI : 0.732-0.928, $P<0.001$), FRFT5とFRFT30の合計では0.809 (95%CI : 0.629-0.925, $P<0.001$), FT30では0.800 (95%CI : 0.683-0.916, $P<0.001$) の順で高く, 中等度の

表2 対象者の基本属性

		(n=35)	
		n	(%)
性別	男性	2	5.7
	女性	33	94.3
年齢	65~69歳	5	14.3
	70~74歳	14	40.0
	75~79歳	6	17.1
	80歳以上	10	28.6
	平均年齢*±SD	75.9	5.7
HDS-R*	平均得点±SD	27.6	2.8
補聴器装着	あり	2	5.7
	なし	33	94.3
難聴の自覚	あり	16	45.7
	なし	19	54.3
耳鼻科受診の有無	あり	11	31.4
	なし	24	68.6
4周波数平均聴力による難聴の分類†	耳数 (%)		
	健聴 (25 dB 以下)	28	40.0
	軽度難聴 (26~40 dB)	25	35.7
	中等度難聴 (41 dB 以上)	17	24.3
軽度難聴以上 (26 dB 以上) 合計24人 (42耳)	両側性難聴	18	75.0
	一側性難聴	6	25.0

*は平均値, †は耳数, それ以外は人数

表3 聴力レベル別純音聴力とFRFT得点の比較

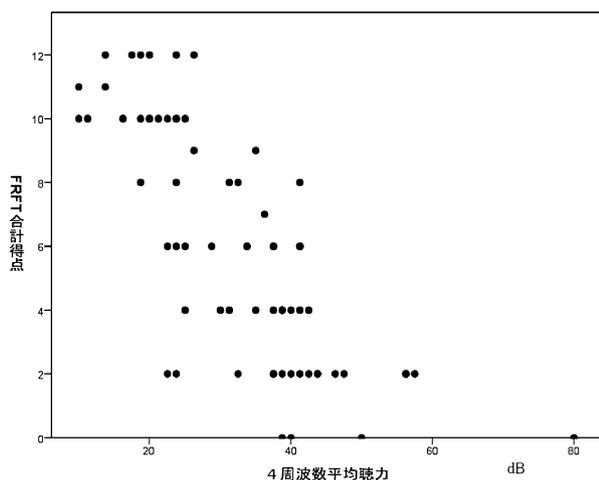
(n=70)

	I 健聴 n=28		II 軽度難聴 n=25		III 中等度難聴 n=17		F 値	P 値	Bonferroni の多重比較
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差			
純音聴力									
125 Hz	28.57	8.80	39.00	10.00	47.65	12.00	19.79	<0.001	I-II*, I-III*, II-III*
250 Hz	30.54	10.92	40.20	9.84	52.06	9.85	23.32	<0.001	I-II*, I-III*, II-III*
500 Hz	24.11	5.94	38.80	8.69	50.00	10.16	56.73	<0.001	I-II*, I-III*, II-III*
1,000 Hz	16.61	5.28	30.60	5.83	42.94	9.36	85.66	<0.001	I-II*, I-III*, II-III*
2,000 Hz	18.04	6.43	34.40	7.95	45.59	14.99	46.27	<0.001	I-II*, I-III*, II-III*
4,000 Hz	18.75	8.67	36.20	11.66	56.47	16.56	52.64	<0.001	I-II*, I-III*, II-III*
8,000 Hz	39.29	19.94	56.40	14.18	72.94	14.37	21.83	<0.001	I-II*, I-III*, II-III*
FRFT 得点									
FR 合計 (6点満点)	3.79	1.71	1.48	1.48	0.76	1.30	25.09	<0.001	I-II*, I-III*
FT 合計 (6点満点)	5.29	1.33	3.36	1.80	2.06	1.03	27.80	<0.001	I-II*, I-III*, II-III*
FRFT5 (4点満点)	3.86	0.53	3.04	1.31	2.35	1.27	11.24	<0.001	I-II*, I-III*
FRFT30 (4点満点)	3.21	1.37	1.28	1.24	0.47	1.13	28.72	<0.001	I-II*, I-III*
FRFT60 (4点満点)	2.00	1.31	0.52	1.05	0.00	0.00	23.53	<0.001	I-II*, I-III*
FRFT5 と FRFT30の合計 (8点満点)	7.07	1.76	4.32	2.19	2.82	2.13	26.13	<0.001	I-II*, I-III*
FRFT 合計(総合計, 12点満点)	9.07	2.84	4.84	2.95	2.82	2.13	31.46	<0.001	I-II*, I-III*

一元配置の分散分析 (Bonferroni の多重比較), * P<0.05

FR : 指こすり条件, FT : 指タップ条件, FRFT : 指タップ・指こすり条件。5, 30, 60の数字は耳からの距離を表す。
I 健聴 : 平均聴力25 dB 以下, II 軽度難聴 : 26~40 dB, III 中等度難聴 : 41 dB 以上

図1 FRFT 合計得点と平均聴力との相関



弁別力を示した。カットオフ値は, FT 合計では 3/4 (3点以下は陽性, 4点以上は陰性; 感度 88.2%, 特異度73.6%), FRFT 合計では 3/4 (3点以下は陽性, 4点以上は陰性; 感度70.6%, 特異度 83.0%), FRFT5 と FRFT30 の合計では 4/5 (4点以下は陽性, 5点以上は陰性; 感度82.4%, 特異度 67.9%), FT30 では 1/2 (1点以下は陽性, 2点は

陰性; 感度88.2%, 特異度71.7%)であった(表4)。

軽度難聴以上の偽陽性および偽陰性の聴力図は図2に示した。偽陽性は6人(8耳, 28.6%)で平均聴力を算出する際に用いた周波数500 Hz~4,000 Hzでは, 閾値の上昇は抑えられていたが, 8,000 Hzの閾値の上昇が認められた。偽陰性は1耳(2.4%)で, 1,000 Hz~4,000 Hzでは聴力は保たれていたが, 250 Hzと500 Hzで45 dB, 8,000 Hzで55 dBと閾値は上昇していた(図2)。

IV 考 察

1. FRFT 検査の妥当性の検討

1) 検査音の検討

本研究の独自性は, 検査音に指タップ音を加えたことと音源の距離を変化させたところにある。Torres-RussottoらやStrawbridgeらの研究では, 親指と反対側の4本の指を強くこすり合わせた指こすり音を用いていた^{31,32}。しかし, この方法では一般の人々が実施した際に, 指鳴らし音になる危険性がある。中山らは, 一般の母親が子どもに対して実施したときに, 指こすり音が指鳴らし音になっていた割合が13%と指摘している³⁰。指を強くこすり合わ

表4 ROC 曲線の AUC, カットオフ, 感度, 特異度および有意確率

(n=70)

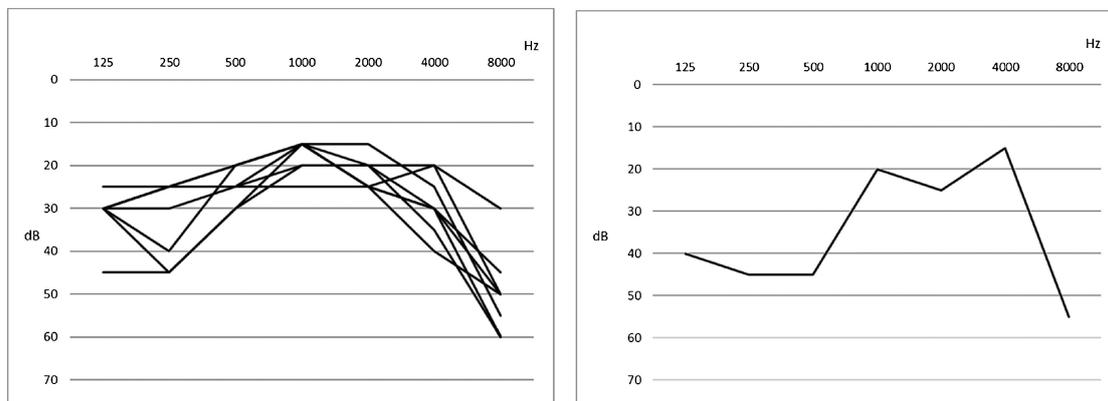
	26 dB 以上の軽度難聴以上 (25 dB 以下: 28耳, 26 dB 以上: 42耳)							41 dB 以上の中等度難聴 (40 dB 以下: 53耳, 41 dB 以上: 17耳)						
	AUC	95%CI	カット オフ	感度	特異度	P 値	AUC	95%CI	カット オフ	感度	特異度	P 値		
FR5 (2点満点)	0.726	0.608 0.844	1/2	52.4%	92.9%	0.001	0.740	0.597 0.882	1/2	70.6%	77.4%	0.003		
FR30 (2点満点)	0.820	0.706 0.933	1/2	95.2%	71.4%	<0.001	0.678	0.546 0.809	1/2	94.1%	39.6%	0.028		
FR60 (2点満点)	0.647	0.509 0.785	0/1	97.6%	67.9%	0.038	0.594	0.451 0.737	0/1	100.0%	18.9%	0.244		
FR 合計 (6点満点)	0.861	0.768 0.955	3/4	95.2%	71.4%	<0.001	0.776	0.657 0.895	1/2	70.6%	77.4%	0.001		
FT5 (2点満点)	0.548	0.412 0.684	1/2	9.5%	100.0%	0.502	0.540	0.376 0.704	1/2	11.8%	96.2%	0.622		
FT30 (2点満点)	0.765	0.652 0.879	1/2	64.3%	89.3%	<0.001	0.800	0.683 0.916	1/2	88.2%	71.7%	<0.001		
FT60 (2点満点)	0.826	0.718 0.933	1/2	88.1%	71.4%	<0.001	0.764	0.655 0.873	0/1	100.0%	52.8%	0.001		
FT 合計 (6点満点)	0.852	0.756 0.948	4/5	88.1%	78.6%	<0.001	0.831	0.738 0.924	3/4	88.2%	73.6%	<0.001		
FRFT5 (4点満点)	0.730	0.613 0.846	3/4	52.4%	92.9%	0.001	0.740	0.597 0.882	2/3	70.6%	77.4%	0.003		
FRFT30 (4点満点)	0.863	0.768 0.958	3/4	95.2%	71.4%	<0.001	0.795	0.678 0.912	1/2	82.4%	73.6%	<0.001		
FRFT60 (4点満点)	0.835	0.730 0.941	1/2	88.1%	78.6%	<0.001	0.764	0.655 0.873	0/1	100.0%	52.8%	0.001		
FRFT5 と FRFT30の合計 (8点満点)	0.877	0.789 0.965	7/8	95.2%	71.4%	<0.001	0.809	0.692 0.925	4/5	82.4%	67.9%	<0.001		
FRFT 合計 (総合計, 12点満点)	0.883	0.796 0.971	9/10	97.6%	71.4%	<0.001	0.830	0.732 0.928	3/4	70.6%	83.0%	<0.001		

FR: 指こすり条件, FT: 指タップ条件, FRFT: 指タップ・指こすり条件。5, 30, 60の数字は耳からの距離を表す。

AUC: area under the curve

カットオフ: X/Y は X 点以下は陽性, Y 点以上は陰性を表す

図2 偽陽性および偽陰性ケースの聴力図



左: 偽陽性6人(8耳)の聴力図

右: 偽陰性1人(1耳)の聴力図

せる行為^{31,32)}が, 指鳴らし音の発生方法と類似しているためと考えられる。そこで大きい指こすり音の代わりに, 指タップ音を用いた。また, 小さい指こすり音も指鳴らし音になることを避けるため, さらに汗の影響を抑え高周波帯域の音圧を高くするために, 人差し指の側面を親指でこする方法を採用した。

FRFT 検査の妥当性の検討に用いた検査音は, 検査者1によるもので, 最高音圧は指こすり音で 8,000 Hz の 30.71 ± 1.42 dB, 指タップ音で 125 Hz の 26.90 ± 3.11 dB となっていた。軽度難聴を早期に発見するためには, 適切な音圧であったと考えられる。中山らによれば大きい指こすり音は 500~8,000

Hz のすべてにおいて 30 dB 前後の音圧があり, 一側性難聴の検出は困難とあった³⁰⁾。また, 指こすり音聴取検査で検出できるのは, 41 dB 以上の中等度難聴以上で, 軽度難聴の検出は難しいとされてきた³⁰⁾。しかし, 本研究の検査音では 30 dB 前後の音圧は指こすり音の 8,000 Hz のみで, 全体的に小さい音であった。したがって, 非検査耳を遮蔽することなく, 一側性難聴を含め, 軽度難聴から検出可能であったと考えられる。非検査耳を遮蔽する必要がないということは, 虚偽の回答を防ぐという点でも意義がある。

また 2 種類の検査音は異なる特徴をもっていた。

指こすり音は125から500 Hzの低い周波数帯域の音圧が低く ($6.20 \pm 3.06 \sim 11.85 \pm 4.81$ dB), 2,000から8,000 Hzと高い周波数帯域ほど音圧が高かった ($27.23 \pm 1.20 \sim 30.71 \pm 1.42$ dB)。指タップ音は125~250 Hzの低い周波数帯域で音圧が高くなっていた ($26.90 \pm 3.11 \sim 22.46 \pm 3.77$ dB)。音響特性の異なる2つの検査音を用いることによって、加齢性難聴以外の難聴の検出も可能になると考えられる。

検査音の個人差はあるものの、全般的に指こすり音は高音域が、指タップ音は低音域の音圧が高い傾向は確認できた。検査音の個人差がスクリーニング検査に及ぼす影響については、今後の検討課題である。

2) FRFT 検査の妥当性

FRFT合計得点と4周波数平均聴力には有意な負の相関 ($r = -0.79, P < 0.01$) があり、併存的妥当性が確認された。分散分析の結果、FRFT検査の得点指標のうちFT合計はすべての群間に有意差があった (それぞれ $P < 0.05$)。FT合計以外は、健聴群と軽度難聴群 ($P < 0.05$)、健聴群と中等度難聴群 ($P < 0.05$) に有意差があった。つまりFRFT検査は難聴の程度までは弁別できないが、健聴か否かを弁別することは可能であった。したがって、簡易検査としては妥当であるといえよう。

ROC解析の結果、FRFT合計は、AUCが0.883 (95%CI: 0.796-0.971, $P < 0.001$)、感度97.6%、特異度71.4%で、26 dB以上の軽度難聴以上を検出可能であった。加齢性難聴の早期発見のためには、軽度難聴の段階でスクリーニングできることが望ましい。FRFT検査が高い感度 (97.6%) で、軽度難聴以上の弁別的妥当性を有することは、特筆すべきである。高齢者を対象とした指こすり音を用いたスクリーニング検査で、感度97.6%が得られたのは、本邦では初めてであり、非常に優れた簡易検査と考えられる。

さらに偽陽性ケースの聴力図を確認したところ、本検査の予測妥当性の可能性を示唆する結果が得られた。偽陽性の8耳ケースでは、4周波数平均聴力は健聴範囲内であったが、8,000 Hzの閾値上昇が認められた (図2)。8耳すべてFR30得点は0点であった。一般健康診断の聴力検査では、オーディオメータを使用し、1,000 Hzと4,000 Hzのみの閾値測定が行われる。つまり一般の健康診断では、両周波数において閾値上昇が認められなければ、難聴とは判断されない。本検査によって8,000 Hzの閾値上昇を検出できるということは、加齢性難聴をより早期の段階で検出できる可能性が示された。

一方、偽陰性のケースは1人1耳であった。125、

250、500、8,000 Hzの聴力は閾値の上昇が大きかったが、1,000~4,000 Hzの聴力は保たれていた。このようなケースでは、オーディオメータを使った一般健康診断においても、1,000 Hzと4,000 Hzのみの閾値測定が行われる場合、陰性と判断されるであろう。この対象者のFRFT得点は12点と満点であった。検査音は小さいため、すべての条件の音を健聴の非検査耳で聞いていた可能性は低い。また、検査時の音呈示は対象者の背後からで、対象者は閉眼で回答していた。しかも、純音聴力検査と異なり、検査音は左右ランダムに提示され、対象者は聞こえた側の手をあげる挙手法で回答していた。したがって、聞こえていないのに聞こえたと回答するようなバイアスは働きにくいと考えられる。

ひとつの可能性は当該対象者の聴力特性にある。1,000~4,000 Hzの聴力は維持され、特に4,000 Hzの閾値は15 dBとよい状態に維持されていた。検査音の音響特性は、両音とも4,000 Hzの音圧は19 dB以上あり (表1)、そのため聴取可能であったと考えられる。偽陽性のケースと比較しても、この偽陰性のケースは4,000 Hzの聴力がよいだけで、他の周波数では同等か閾値上昇はさらに進んでいる。したがって、特に4,000 Hzの聴力が保たれている場合、FRFT検査を通過してしまう可能性が示唆された。今回は1人 (1耳) のみであったため、また、検査者も1人であったため、今後対象と検査者を増やし、詳細に検討する必要がある。

3) 音源の距離の検討

音源の距離は、Torres-Russottoら³²⁾に準じ、耳元5 cm、肘を90度に曲げた位置、腕を真横に伸ばした位置とした。ただし、Torres-Russottoらの方法に音源の距離、呈示順序、呈示位置の3点に修正を加えた。音源の距離は、先行研究では検査者は男性だったため、肘を90度に曲げた位置、腕を真横に広げた位置は、それぞれ35 cmと70 cmの位置であった。今回の検査者は女性であり、事前に計測したところ、30 cmと60 cmであった。呈示順序については、本研究の対象は高齢者であるため、5 cm、30 cm、60 cmの順で近い距離から呈示した。また、検査者は対象者の背後から音を呈示した。

本研究で音源の距離30 cmと60 cmの2条件を加えたことによって、従来の日本の研究^{27,29,30)}では困難であった、軽度難聴の検出が可能になった。今回のROC解析の結果、FR5単独では、軽度難聴以上を検出する場合、AUC=0.726、感度52.4%、特異度92.9%と感度が低く (表4)、先行研究の結果と一致し、軽度難聴の検出は困難であった。しかし、FR30はAUC=0.820、感度95.2%、特異度71.4%

と(表4), AUCと感度ともに上昇しており, 音源の距離を変化させることで, 軽度難聴以上の検出が可能になったことが示された。以上から, 早期発見には, 耳元5 cmだけでなく, 少なくとも30 cm条件の検査が必要ということが明らかになった。

Strawbridgeらの研究では70 cmの位置からのみ, 大きい指こすり音を呈示していた³⁴⁾。しかし, 本研究で用いた検査音は, 比較的小さな音であったため, 60 cm条件は周辺雑音の影響を受けやすかった。特に, 本研究では指こすり音は, 60 cm条件の音が検査者に微かに聞こえる程度と定義していたため, 健聴範囲であっても高齢者には聞こえにくいことが, 得点からも明らかであった(表3)。

60 cm条件を除いた場合, AUCの高かった指標は, 「FRFT5とFRFT30の合計」(AUC=0.877)と「FRFT30」(AUC=0.863)であった。いずれも感度97.6%, 特異度71.4%であった。FRFT合計(60 cm条件までの総合計)よりも, AUC, 感度および特異度は若干低下するものの, 「FRFT5とFRFT30の合計」も「FRFT30」でも, 十分な弁別能を有していた。

今後の利用可能性を考慮すると, 手続きはできるだけ少ない方が望ましい。例えば, 一般家庭で一般の人々がセルフチェックをしたり, 耳鼻科以外の病院において医師や看護師がフィジカルアセスメントとして実施したりする場合などが考えられる。高齢者の場合, 最初にかすかな目標音を探すことは困難である。目標音が容易に聞こえる状態から音源を広げる方法が適切である。したがって, 「FRFT30」ではなく, 「FRFT5とFRFT30の合計」を短縮版として提案する。この場合, 8点満点でカットオフが7/8で, 7点以下が陽性, 8点が陰性である。すなわち, 5 cm条件と30 cm条件において, 指こすり音も指タップ音も2回ともすべて聞こえた場合(2条件×2音種×各2回=8点)は陰性, 1回でも聞こえなければ陽性と判断される。また, 5 cmと30 cmの位置で実施することは, 長期的には音の聞こえの変化の自覚を促すと考えられる。

4) 本研究の限界と今後の課題

今回は対象が35人(70耳)と少ないところに限界があった。併存的妥当性と弁別的妥当性は確認できたが, 検査音の個人差が判別に与える影響や再検査信頼性の検討ならびに偽陰性の検討については, 今後の課題として残された。検査音の個人差については, 皮膚の状態や汗によって影響を受けると考えられる。音の違いや体型によって音源の距離に差が生じたときの結果への影響について, 今後の検討を進める。

2. 今後の展望

FRFT検査の優れた特徴は, 非侵襲性が高く, 簡便で時間・費用効果が高く, 軽度難聴以上のスクリーニングが可能であることである。特別な道具を使わず, 比較的静かな環境と指があれば実施でき, やり方を覚えれば1, 2分程度の短時間で難聴のチェックができる。テレビやラジオ, エアコン等の大きな音の家電製品の電源を切る必要はあるが, 防音室などの特別な設備も必要なく, ある程度の雑音を有する日常生活環境下で実施が可能である。しかも, 非検査耳を塞ぐ必要もなかった。

本研究では健康な高齢者が対象であったが, このような特徴をもつFRFT検査は, 医療現場, 高齢者施設等での応用が期待できる。医療や介護の専門職が高齢者と接する際に, 手軽にチェックすることにより, 難聴の存在を確認できれば, 質の高いケアにもつながる。また, 難聴を認知症と誤って診断されることも防ぐ。簡単に短時間で確認できることは, 特に忙しい医療・福祉の専門職にとって, 極めて利用価値が高い。

また, 2種類の検査音を用いることによって, 加齢性難聴以外の難聴を検出できる可能性も示唆された。指こすり音では, 8,000 Hzの音圧が30.71 dBと高音域の音圧が高く, 軽度の感音難聴の検出に適した音であった。指タップ音は低音域の音圧が高く, 500~2,000 Hzの音圧はやや下がり, 4,000~8,000 Hzで20 dB弱に推移していた。この音響特性は, 低音・中音域の聴力が低下する中耳炎や耳垢栓塞を検出できる可能性が示唆された。

中耳炎は低音障害型のため, 指こすり音は聞こえ, 指タップ音は聞こえないという形で検出できると考えられる。耳垢栓塞は, 加齢による低下を加味しても, 純音検査の7周波数すべてにおいて, 聴力が約7 dB低下する³⁵⁾。指タップ音を加えることでこれらの難聴も検出しやすくなると推察する。全国の75歳以上の後期高齢者のうち, 耳垢がたまっているのは, 約300万人と推計されている³⁵⁾。加齢によって聴力が衰えていると思込み, 受診することもなく諦めている高齢者も多数存在する。耳垢を取り除くことにより, 聴力の改善がみられるため, 高齢者の生活の質向上に寄与するだろう。

V 結 語

本研究は, 従来の指こすり検査に「指タップ音」を加え, 音源の距離を耳元から5 cm, 30 cm, 60 cmと変化させる「指こすり・指タップ音聴取検査(FRFT検査)」を提唱し, そのスクリーニング検査としての有用性を検討した。FRFT合計得点と4周

波数平均聴力とに有意な負の相関 ($r = -0.79, P < 0.01$) があり, 併存的妥当性が確認された。また, 分散分析により, FRFT 検査得点は健聴と難聴に有意差があり, 当該検査の弁別的妥当性を確認した。ROC 解析により, FRFT 合計得点は感度97.6%, 特異度71.4%で26 dB以上の難聴を検出可能であった。また, 60 cm条件を含めない短縮版(5 cm条件と30 cm条件の合計)でも, 感度95.2%, 特異度71.4%で26 dB以上の軽度難聴を検出できた。

指こすり音・指タップ音ともに, 非検査耳を遮蔽することなく実施が可能だった。対象が少なく, 特に男性の対象者が少なかった点や指こすり音の発生方法での検査者間の信頼性の検討など, 今後の課題はあるが, 人口の高齢化が進む社会において, 非常に簡便で有効なスクリーニング検査であることが示唆された。特に, 日常生活場面において, 短時間で実施可能という優れた特徴を有している。

指こすり音は, 高音漸傾型を特徴とする加齢性難聴の検出に適していた。指タップ音の音響特性から, 低音障害型や全般的に聴力が低下する耳垢栓塞にも有効である可能性が示唆された。

FRFT 検査の短縮版の判定は以下の通りである。

- ① FRFT5 と FRFT30 においてすべて2回とも聞こえる(8点満点中8点) ⇒ 健聴
- ② FRFT5, FRFT30のうち, いずれか1回以上聞こえない(8点満点中7点以下) ⇒ 軽度難聴以上の可能性あり

鶴ヶ島市健康福祉部高齢者福祉課の長島きぬ子氏をはじめ, 本研究にご協力いただきましたすべての皆様に感謝申し上げます。研究指導をいただきました桜美林大学大学院の芳賀博教授, 渡辺修一郎教授, 志学館大学大学院の飯干紀代子教授に心より感謝申し上げます。本研究は桜美林大学大学院老年学研究科に提出した博士論文の一部に修正を加えたものです。本研究は平成25年度科学研究費助成事業(挑戦的萌芽研究課題番号25590194)の研究助成による成果の一部です。また, 本研究の一部を2014年日本老年社会学会第56回大会において発表しました。本研究には記載すべき利益相反はありません。

(受付 2017. 9.19)
採用 2018. 3.27)

文 献

- 1) Ventry IM, Weinstein BE. The hearing handicap inventory for the elderly: a new tool. *Ear Hear* 1982; 3(3): 128-134.
- 2) 内田育恵, 杉浦彩子, 中島 務, 他. 全国高齢難聴者数推計と10年後の年齢別難聴発症率: 老化に関する長期縦断疫学研究(NILS-LSA)より. *日本老年医学会雑誌* 2012; 49(2): 222-227.
- 3) Silman S, Gelfand SA, Silverman CA. Late-onset auditory deprivation: effects of monaural versus binaural hearing aids. *J Acoust Soc Am* 1984; 76(5): 1357-1362.
- 4) Skelton D. Hearing impairment in the elderly. *Can Fam Physician* 1984; 30: 611-615.
- 5) 山口利勝. 中途失聴者と難聴者の世界: 見かけは健常者, 気づかれない障害者. 東京: 一橋出版. 2003.
- 6) Dalton DS, Cruickshanks KJ, Klein BE, et al. The impact of hearing loss on quality of life in older adults. *Gerontologist* 2003; 43(5): 661-668.
- 7) Lin FR, Ferrucci L. Hearing loss and falls among older adults in the United States. *Arch Intern Med* 2012; 172(4): 369-371.
- 8) Smith SM, Kampfe CM. Interpersonal relationship implications of hearing loss in persons who are older. *J Rehabil* 1997 63(2): 15-21.
- 9) Saito H, Nishiwaki Y, Michikawa T, et al. Hearing handicap predicts the development of depressive symptoms after 3 years in older community-dwelling Japanese. *J Am Geriatr Soc* 2010; 58(1): 93-97.
- 10) Sugawara N, Sasaki A, Yasui-Furukori N, et al. Hearing impairment and cognitive function among a community-dwelling population in Japan. *Ann Gen Psychiatry* 2011; 10(1): 27.
- 11) Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ, et al. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol* 2011; 68(2): 214-220.
- 12) 内田育恵. 加齢性難聴患者へのアドバイス. *日本耳鼻咽喉科学会会報* 2013; 116(10): 1144-1145.
- 13) 内田育恵, 中島 務. 高齢者における auditory deprivation とその回復: 長期追跡例. *Audiology Japan* 2007; 50(5): 433-434.
- 14) Boi R, Racca L, Cavallero A, et al. Hearing loss and depressive symptoms in elderly patients. *Geriatr Gerontol Int* 2012; 12(3): 440-445.
- 15) 杉浦むつみ, 大前由紀雄, 新名理恵, 他. 補聴器装着前後の心理的ストレスの評価. *日本耳鼻咽喉科学会会報* 2000; 103(8): 922-927.
- 16) 星山伸夫. 難聴をとまなう認知症高齢者の残存聴力を活用したコミュニケーションケア・プログラムの効果. *総合ケア* 2006; 16(2): 86-90.
- 17) 藤井正人. 図説感覚器疾患シリーズ No.6 聴覚障害 加齢性難聴. *医療* 2008; 62(6): 355-360.
- 18) 岡本牧人. 高齢者の耳鼻咽喉科・頭頸部疾患: 治療とリハビリのてびき 高齢者の聴覚障害 老人性難聴. *耳鼻咽喉科・頭頸部外科* 1998; 70(5): 7-11.
- 19) 水野映子. 聴覚・補聴器に関する生活者の意識. *LDI report* 2002; 138: 4-25.
- 20) 安田健二, 古川 亙. 聴力検診における高齢者の聴力の実態: 金沢市聴力検診事業より(2000年~2005年). *日本耳鼻咽喉科学会会報* 2009; 112(2): 73-81.
- 21) 金沢市保健局健康政策課. 平成27年度衛生年報(平成26年度統計). 2015. <http://www4.city.kanazawa.lg.jp/23030/nenpo/H27eiseinennpo/H27pdf.html> (2017年7月12日アクセス可能).

- 22) 金沢市保健局健康政策課. 平成28年度衛生年報 (平成27年度統計). 2016. <http://www4.city.kanazawa.lg.jp/23030/nenpo/excel28/H28pdf.html> (2017年7月12日アクセス可能).
- 23) 内田育恵. いかに治療すべきか 難聴: 高齢者. 現代医学 2007; 55(1): 137-141.
- 24) 立木 孝, 笹森史朗, 南 吉昇, 他. 日本人聴力の加齢変化の研究. *Audiology Japan* 2002; 45(3): 241-250.
- 25) 佐野智子, 森田恵子, 奥山陽子, 他. 地域在住高齢者の難聴の自覚と受診との関連. *老年学雑誌* 2017; 7: 17-30.
- 26) 杉浦彩子, 内田育恵, 中島 務. 高齢者診療の臨床背景: 国立長寿医療センター耳鼻咽喉科外来での統計から. *日本耳鼻咽喉科学会会報* 2009; 112(7): 534-539.
- 27) 村本多恵子, 田中美郷, 山根 仁. 三歳児健康診査用聴覚検査の臨床例についての検討. *Audiology Japan* 1992; 35(2): 127-132.
- 28) 加藤 寛, 田端敏秀, 寒川高男, 他. 和歌山市における耳鼻咽喉科三歳児健診の試み. *Audiology Japan* 1992; 35(2): 104-111.
- 29) 田中美郷, 加我君孝, 大島弘至, 他. 東京都における三歳児聴覚検診パイロットスタディ. *Audiology Japan* 1992; 35(2): 112-119.
- 30) 中山博之, 荒尾はるみ. 指こすり音聴取検査についての検討. *Audiology Japan* 1994; 37(4): 322-329.
- 31) Torres-Russotto D, Landau WM, Harding GW, et al. Calibrated finger rub auditory screening test (CAL-FRAST). *Neurology* 2009; 72(18): 1595-1600.
- 32) Strawbridge WJ, Wallhagen MI. Simple tests compare well with a hand-held audiometer for hearing loss screening in primary care. *J Am Geriatr Soc* 2017; 65(10): 2282-2284.
- 33) 倉内紀子, 飯干紀代子, 山田弘幸. 介護老人保健施設における聴覚障害の実態: スクリーニング方法の検討 2. *Audiology Japan* 2005; 48(5): 371-372.
- 34) 埼玉県鶴ヶ島市. 平成28年版統計つるがしま 3. 人口・世帯数 (4) 年齢別人口. http://www.city.tsurugashima.lg.jp/data/doc/1488782473_doc_581_3.pdf (2018年3月27日アクセス可能).
- 35) 杉浦彩子. 驚異の小器官 耳の科学 聞こえる仕組みから, めまい, 耳掃除まで. 東京: 講談社. 2014; 192-196.
-

APPENDIX

指こすり・指タップ音聴取検査（FRFT 検査）実施要項

【準備】

- ① テレビ、ラジオ、エアコン、換気扇などの音の出る機器の電源を切って、静かな環境を確保してください。
- ② 手をよく洗い、乾いたタオル等でしっかりと水分をふきとり、指を乾いた状態にしてください。（あるいは、アルコール綿で両手の指先を拭き、よく乾かして、指を乾いた状態にします。）

【実施】

1. 指こすり音検査

音の出し方：指こすり音は、人さし指の側面を親指の腹で、弧を描くように軽く、素早く4～5往復こすります。

※音は、腕を真横に伸ばした位置で鳴らした場合、検査者に微かに聞こえる程度の大きさです。

※音が聞こえたら、聞こえた側の手をあげて知らせてくれるよう、対象者に教示します。

①前方からの音確認

検査対象者の目の前で、指をこすって見せます。「この音が聞こえますか」と質問をして、音を鳴らしながら手を対象者の耳元に移動させ、聞こえるかどうかを確認します。聞こえた場合は、

②の手順に、聞こえなかった場合は、2. 指タップ検査に移ります。

②耳元5 cmのところ、カサカサ カサカサと指を4～5往復程度、素早くこすり合わせます。

これを左右の耳、ランダムに2回ずつ実施して、聞こえたか否かを記録します。

③耳から約30 cm離れたところで、同様に指をこすり合わせます。

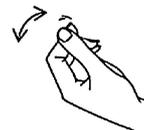
（約30 cm離れたところとは、ちょうど左右に広げた腕の肘を90度に曲げたあたりです。）

これを左右の耳、ランダムに2回ずつ実施して、聞こえたか否かを記録します。

④耳から約60 cm離れたところで、同様に指をこすり合わせます。

（約60 cm離れたところとは、腕を真横に広げたあたりです。）

これを左右の耳、ランダムに2回ずつ実施して、聞こえたか否かを記録します。



2. 指タップ音検査

音の出し方：指タップは親指の腹と人さし指の腹を軽く合わせるようにします。このとき特に音を鳴らそうとしなくて結構です。ただ、親指と人差し指を合わせるだけです。

①前方からの音確認

検査対象者の目の前で、指タップ音を鳴らして見せます。「この音が聞こえますか」と質問をして、音を鳴らしながら手を対象者の耳元に移動させ、聞こえるかどうかを確認します。聞こえた場合は、②の手順に、聞こえなかった場合は、すぐに検査を終了します。

②耳元で軽くタンタン タンタンと4～5回程度、親指と人差し指を合わせてください。

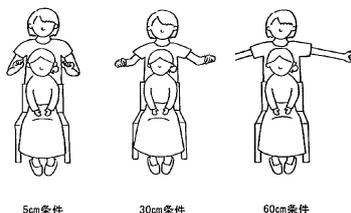
左右の耳、ランダムに2回ずつ実施して、聞こえたかどうか否かを記録します。

③耳から約30 cmで指タップ音を鳴らし、同様に記録します。

④耳から約60 cmで指タップ音を鳴らし、同様に記録します。



検査状況図



【留意事項】

★実施の前に、必ず指先を拭き、乾いた状態で実施してください。

★検査の際、対象者に指が見えたり、髪に触れたりしないようにしてください。