

## 聴覚に関わる社会医学的諸問題 「加齢に伴う聴覚障害」

山唄達也<sup>1)</sup>, 越智 篤<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>東京大学大学院医学系研究科外科学専攻感覚運動機能講座耳鼻咽喉科学分野

<sup>2)</sup>亀田総合病院耳鼻咽喉科

**要旨：**加齢に伴う聴覚障害では、末梢聴覚、中枢聴覚、認知の三つの機能が複合的に障害されている。老人性難聴では聴力は高音域から閾値上昇し、難聴の進行は年と共に加速し、個人差が大きいことが知られる。語音明瞭度は聴覚レベルに応じて悪化するが、高齢になるほど聴力レベルよりも悪化する傾向にある。耳音響放射や聴性脳幹反応は主に聴力レベルに応じて障害されるが、年齢自体の影響も見られる。Gap detectionなどで評価できる時間分解能も加齢により悪化する。難聴のために日常生活上の会話に不自由を感じる場合には補聴器装用が治療の第一選択となる。補聴効果が無くなった場合は人工内耳が高齢者においても有用であるが、装用開始年齢が高齢であるほど術後の聴取成績が悪い傾向にある。加齢に伴う聴覚障害に対しては不要な強大音曝露の回避や動脈硬化の予防や治療などが有用と考えられる。また聴覚に基づく認知訓練が時間分解能の改善に役立つ可能性も示唆されている。

### —キーワード—

老人性難聴, 聴覚検査, 人工内耳, 時間分解能

### はじめに

老人性難聴は加齢に伴い生じる聴覚障害の総称であり、純音聴力閾値の低下、(特に騒音下での)語音聴取能の低下、聴覚情報の中枢処理遅延、音源認知の障害などが知られる。この結果、日常会話、音楽聴取、社会生活活動などにおいて困難を感じるようになる。

加齢に伴う聴覚障害には、大きく分けて三つの要素、すなわち①末梢聴覚の機能低下、②中枢聴覚の機能低下、③認知機能全般の低下、が関与している。高齢者が聞き取りの障害を訴える場合にはこれら末梢・中枢・認知の三機能が複合的に障害されていると考える必要がある<sup>1)</sup>。日常診療でよく耳にする「雑音の中でうまく会話が聞き取れない」という訴えは、若年の内耳性難聴症例でも同様に雑音下聴

取が障害されることから、末梢聴覚の機能低下が主に影響していると考えられる。一方、空間聴や音源分離の機能が脳幹にあることから中枢聴覚の障害も(雑音下)聴取を低下させる原因となる。また認知機能の低下も音源への注意に影響し、雑音下聴取がより困難になると推測されている。実際、難聴者や雑音下聴取の悪い被験者は認知機能が低いとの報告も存在している<sup>2)</sup>。また逆に難聴の程度と認知症の相関<sup>3,4)</sup>も認められ、うつ<sup>5)</sup>、社会的孤立、低い自己評価<sup>6)</sup>との相関も報告されている。

加齢による聴覚障害の評価においては、蝸牛障害を少なからず伴うため、聴覚中枢だけを評価することは困難とされている。本稿ではこの限界を考慮した上で、加齢に伴う聴覚障害につき、老人性難聴を中心にレビューする。

## 疫学およびリスク因子

2003年 JAMA に掲載された Yueh ら<sup>7)</sup> の総説では、65歳以上の25~40%、75歳以上の40~66%、85歳以上の80%以上において、加齢に伴う難聴があると推定されている。韓国の2000年の報告<sup>8)</sup>では、500, 1,000, 2,000, 4,000Hzの6分法平均気導聴力レベルが27dBHL以上の割合は65歳以上で37.8%、41dBHL以上は8.3%である。内田ら<sup>9)</sup>は「国立長寿医療センター 老化に関する長期縦断疫学研究 (NILS-LSA)」データを検討し、WHOの聴力障害基準に従い、500, 1,000, 2,000, 4,000Hzの会話音域4周波数平均気導聴力レベルを基準とした良聴耳聴力レベルが25dBHLを超えた場合を「難聴あり」として、第6次調査(2008-2010年)参加者の難聴有病率を集計した。その結果を図1に示すが、難聴有病率は60~64歳までは徐々に増加し、65歳以上で急速に増加する傾向が見て取れる。なおいずれの年代においても男性の有病率が女性より高いが、有意差は65~69歳でのみ見られている。この結果をもとに65歳以上の全国難聴有病者数を推計すると1655万程度であり、また「耳疾患の既往なし」「職場騒音の就労歴なし」と答えた者のみの集計結果から計算すると1569万人超と推計されるという。この数は膨大であり、加齢に伴う難聴にどのように対処していくかが国民的課題である事が認識される。

一方、この高い難聴の頻度は先進国にのみ見られる可能性も高い。Rosenら<sup>10)</sup>はスーダンに住む Mabaan 族の聴力検査を行い、高齢に至るまで聴力

が明らかに良く保たれていることを報告している。この地域は特に静かな場所であり、人種の差(肌の差)や遺伝的素因の影響もあると思われるが、先進国における老人性難聴では純粋な老化に加え、環境要因が大きく影響していることが示唆される。

一般に老人性難聴の発症や程度に影響する因子としては、遺伝要因のほか、人種差、騒音曝露歴、喫煙、飲酒、糖尿病・循環器疾患等の合併、性ホルモンなどが挙げられている<sup>11)</sup>。遺伝的要因の関与は0.35-0.55と推定されており、また黒人の方が白人より難聴の程度が軽い事も知られている<sup>12)</sup>。NILS-LSAにおいては、動脈硬化や肥満に関与する遺伝子多型の関与が示唆されている<sup>13)</sup>。遺伝子多型ではエンドセリン1、脂肪酸結合蛋白2、ミトコンドリア脱共役蛋白2などが報告されている<sup>12,14)</sup>が、その多くが動脈硬化や酸化ストレスと関与するものであることは興味深い。遺伝外要因については、NILS-LSAでは騒音曝露歴、内頸・腎動脈の動脈硬化、糖尿病などの関与が報告されている<sup>13)</sup>。文献的には、高血圧、心血管疾患、脳血管疾患、喫煙、糖尿病、騒音曝露等との相関が報告されている<sup>12)</sup>。

## 加齢に伴う聴覚変化の特徴

## 1) 純音聴力検査

多数例を用いて加齢に伴う純音聴力閾値の変化を調べた報告はいくつかある<sup>15-18)</sup>が、ほぼ同様の傾向である。図2に立木ら<sup>19)</sup>の検討における、30歳代から5歳ごとの年齢別聴力(平均)を示す。この図からわかる特徴は二つある。一つは聴力が初期には高

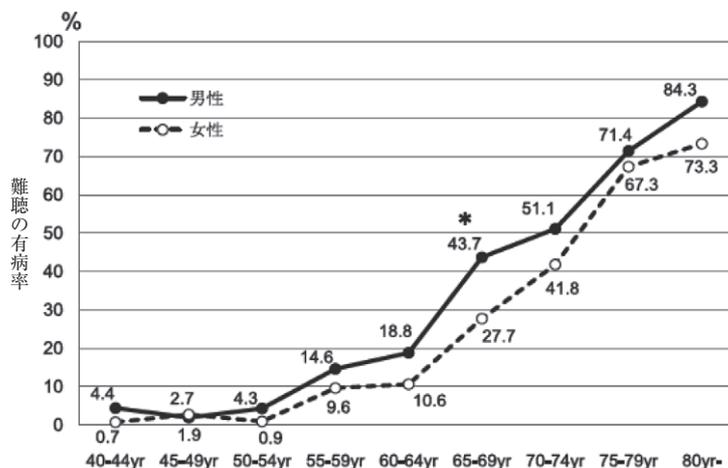


図1 NILS-LSAにおける難聴の有病率 \* :  $p < 0.05$  (文献9より改変)

周波数域から障害され、難聴が進行するにつれ低音から中音域まで障害されることである。二つめは聴力の進行が年をとるほど加速する傾向にあることであり、その傾向は高周波数ほど明らかである。またこの他に三つめの特徴として難聴に個人差が大きいことも挙げられる。さらに男女差が存在する事も良く知られている。図3に男性と女性の年齢別平均聴力を示す<sup>17)</sup>。同年齢では男性が女性よりも聴力が悪い傾向にある<sup>9,17)</sup>が、最近では以前の報告より男女差は縮まりつつあるとされ<sup>15)</sup>、男女の生活様式の近

似化などの影響も示唆される。

2) 語音明瞭度

本邦において語音明瞭度と年齢の関係を調べた報告、特に感音難聴者を対象とした報告は多くない。下田<sup>18)</sup>は65歳以上の360耳(65-69歳160耳, 70-74歳92耳, 75-79歳64耳, 80歳以上44耳)の語音弁別能について、57S語表を用いて1000Hz純音のMCLレベルで聴取した時の語音明瞭度として調べた。これら4年代群では平均聴力は年齢とともに低下し、語音弁別能もそれぞれ81.0%, 71.3%, 67.2%, 55.9%であった。すべての群で平均聴力レベルと語音弁別能に有意な相関がみられたが、若年齢群の高音漸傾型感音難聴者120例と比較すると聴力閾値上昇に伴う語音弁別能の悪化がより顕著であった。すなわち、語音明瞭度は聴力閾値上昇に伴って悪化するが、さらに年齢の要素も加わるという結果であった。下田<sup>18)</sup>は、方向感も加齢に伴い悪化するが、方向感の成績と語音弁別能は従属事象であると報告している。前田ら<sup>20)</sup>も感音難聴者329例の平均聴力レベルと語音明瞭度の関係を年齢別に検討し、平均聴力レベルが30-60dBHL台では年齢が上昇すると明瞭度が低下する傾向にあり、30, 40, 50dB台では70歳代と80歳代で有意差があり、60dBHL台では60歳代と70歳代で有意差があったと報告している(図

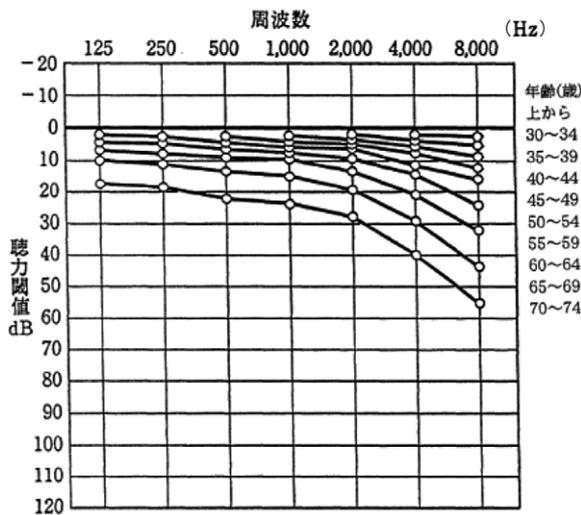


図2 年齢ごとの平均聴力 (文献19より改変)

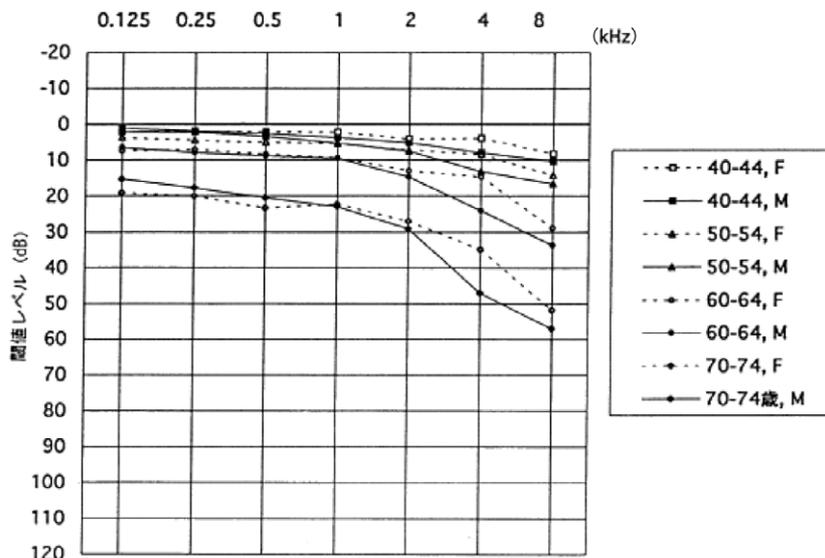


図3 加齢による聴力の変化の男女の違い (文献17より改変)  
どの年齢群でも男性の方が女性より聴力が悪い傾向にあるが、その差は大きくない。

4)。

騒音下において語音聴取能が悪化することはよく知られた現象であり、海外では多くの研究があるが、本邦での報告は少ない。廣田ら<sup>21)</sup>は平均聴力レベル 40dBHL 以下の高齢者48例 (60, 70, 80歳台がそれぞれ16例)と聴力正常成人 (20-22歳)で騒音下の聴取能を調べた。この対象では、67S 語表の語音弁別能に若年者と高齢者の差は少なかったが、最高語音明瞭度条件で騒音を負荷すると、高齢者は若年者に比べ、より少ない音圧でのスピーチノイズ負荷で明瞭度が低下し、最高語音明瞭度より 20-25 dB 低い音圧条件での語音明瞭度では騒音負荷による明瞭度低下はより顕著であった。Frisna ら<sup>22)</sup>は若年 (18-39歳) 正常聴力10例、高齢 (60-81歳) 40例 (正常聴力10例、高音域難聴30例 (聴力閾値の上昇程度により10例ごと3群にさらに分類)) を対象に、spondee word と2種類の target word (それが推測されやすい文章と推測されにくい文章の中の2種類) を聞かせ、speech reception threshold (SRT) を求めた。なおこの対象者では単語聴取は全例96-100%の正答であった。その結果、SRTは聴力正常者では若年と高齢者で差はなかったが、高齢者では高音域の閾値が上昇すると SRT も上昇した。さらに SRT の 30dB 上の音圧での聴取成績が50%になる multi-talker noise の音圧を求めたところ、正常聴力者では若年者が高齢者よりも S/N 比が低く、年齢が騒音下の聴取に影響することが示された。高齢者の群間比較では高音域の聴力閾値が上昇するほど S/N 比が増加し、特に推測しにくい文章中の target word でその傾向が明らかであった。この結果は年齢の他に聴力閾値上昇も騒音下の聴取に影響することを示唆している。

### 3) 耳音響放射

加齢により耳音響放射に影響が出る事はよく知られ、自発耳音響放射 (spontaneous otoacoustic emissions (SOAE)) の出現率も加齢とともに減少する。例えば Mazelová ら<sup>23)</sup>は高音漸傾型感音難聴を示す高齢者30例 (67-93歳)と若年30例 (19-27歳)を比較したところ、若年では53%の耳に SOAE がみられたが、高齢者では3耳のみ (5%) であったとしている。

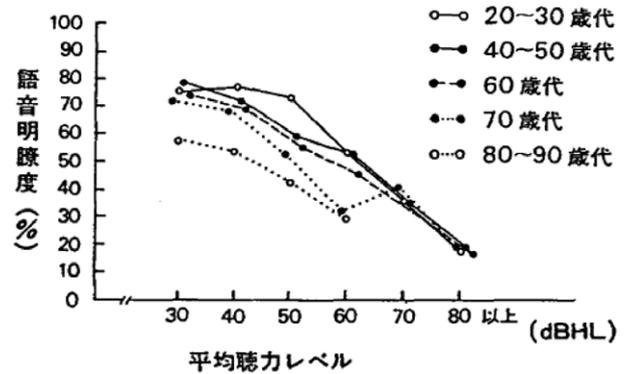


図4 年代別における平均聴力レベルと語音明瞭度の関係 (文献20から改変)  
70歳以上の群は若年齢群と比較すると平均聴力に比べて語音明瞭度が悪い傾向にある。

誘発耳音響放射 (transitory evoked otoacoustic emissions (TEOAE)) についても加齢とともに反応レベルが低下し、検出率が下がることが知られている。上述の Mazelová ら<sup>23)</sup>の検討では reproducibility が60%以上を反応ありとすると、若年者の97%で反応が得られたのに対し、高齢者では55%であり、TEOAE レベルも高齢者で有意に減少していた。同様の報告は他にも多く、例えば Bonfils ら<sup>24)</sup>は60歳までは100%で TEOAE は記録できたがそれ以降は35%であったと報告している。本邦でも同様の傾向が報告されており、例えば大内ら<sup>25)</sup>は125Hz~8kHzの7周波数の聴力レベルがすべて30dBHL 以内の41名52耳 (6~73歳: 平均40.0歳) を対象として、500Hz~4kHzのトーンバースト刺激による TEOAE に対する加齢の影響を検討したところ、TEOAE の最大振幅に対する加齢の明らかな影響は認められないが、加齢に伴い見かけ上の閾値は明らかに上昇すると報告している。

歪成分耳音響放射 (distortion product otoacoustic emissions (DPOAE)) も加齢により反応が低下することが知られている<sup>23, 26)</sup>。高橋ら<sup>27)</sup>は10歳から69歳までの32名58耳で DPOAE を解析 ( $f_2/f_1 = 1.2$ ,  $P_1 = P_2$ ) し、60歳代では70dB SPL などの高い入力音圧では良好に検出されるが、低い入力音圧ではノイズレベルまで低下すること、純音聴力レベルでは有意差が無い場合でも10歳代と50歳、60歳代との間で DPOAE 検出閾値に有意な差があることを報告している。

耳音響放射の反応低下には年齢自体が影響するのか、加齢に伴う聴力閾値の上昇が影響するのか、議論のあるところである。これまでの多くの報告ではその聴力が若年者と差が無いとされている高齢者でもわずかながら難聴が存在していることや報告の症例数が少ないことが結果や解釈の違いに影響している。例えば TEOAE に関する 71 耳（正常聴力 47 耳、老人性難聴 24 耳）を検討した最近の報告では、TEOAE は年齢とより相関が強いが、聴力レベルも一定の影響をするとされている<sup>28)</sup>。しかし多数例の報告では年齢自体より、聴力閾値の影響が大きいとされている。Cliento ら<sup>26)</sup> は Framingham cohort に参加した 486 例（男性 209 例 36-82 歳、女性 277 例 31-80 歳）を調べ、DPOAE の振幅低下は年齢より聴力閾値に有意に相関すると報告した。Hoth ら<sup>29)</sup> は通常臨床でのさらに多数例（0 歳から 90 歳までの 5142 名）のデータを用い、聴力、TEOAE、DPOAE の得られた 5424 耳を解析した。1-4kHz の聴力閾値が 10dBHL 以下の群と年齢相当に閾値上昇した群に分けたところ、どちらの群でも OAE の振幅は年齢とともに悪化した。聴力正常群では 3、4kHz での DPOAE でのみ反応低下が明らかであったのに対し、難聴群では TEOAE の振幅低下は明らかで、DPOAE は全周波数で反応が低下し高周波数ほど顕著であったと報告している。これら多数例の検討結果から、少なくとも DPOAE における高齢者の反応低下は年齢よりも聴力閾値上昇を主に反映することが示唆される。

#### 4) 聴性脳幹反応

加齢の聴性脳幹反応 (auditory brainstem response (ABR)) に対する影響は 30 年ほど前を中心に多くの検討がなされたが、その結果は方法や対象によりやや異なっている<sup>30)</sup>。ABR における閾値は聴力閾値の上昇により上昇するが、両者の差は若年者に比べ高齢者で大きいと報告されている。例えば 1, 2, 4kHz のトーンピップを用いた場合の差は若年者では 12, 7.5, 8dB であったのに対し高齢者では 17.5, 18, 21dB であったという<sup>30)</sup>。この理由としてラセン神経節細胞数の低下や神経興奮同期性の低下が考えられている。また各波の振幅についても高齢者で低下するという報告が多い<sup>30)</sup>。

各波の絶対潜時については高齢者で延長する傾向にあるという報告が多い。一方波間潜時については報告間に差が大きい。若年者に比べて高齢者では V 波潜時も I-V 波間潜時も延長するという報告<sup>31, 32)</sup>もあるが、波間潜時は延長しないという報告も多い<sup>30, 33)</sup>。横小路と加我<sup>34)</sup> は難聴を訴える 70 歳以上の高齢者 47 人 94 耳を検討し、I-V 波間潜時が延長していたのは 5 耳 (5.3%) であったと報告している。また波間潜時の延長があるという報告においても、それが年齢によるものか聴力閾値の上昇によるものか、異なった意見が多い（詳細は Boetther<sup>30)</sup> の総説を参照されたい）。

#### 5) Temporal Gap Detection 検査等

高齢者では通常末梢聴覚障害を伴うため中枢聴覚機能のみを評価するのが難しい。上述した日常臨床で用いられている聴覚検査では高齢者の聴覚中枢のみを評価することはできない。主に蝸牛の基底板振動に基づくと考えられる聴覚の周波数分解能とは異なり、聴覚の時間分解能は蝸牛神経以降の中枢機能に基づいていると考えられており、聴覚心理学実験では末梢機能に関わらず聴覚中枢の時間情報処理能は加齢に伴い低下し、それが語音明瞭度に影響するとされている。一般的な検査ではないが、両耳間時間差 (ITD)、Binaural Masking Level Difference (BMLD)、Temporal Gap Detection (GD)、Voice Onset Time (VOT) などによる評価で時間分解能の障害傾向が報告されている<sup>35)</sup>。前二者は両耳の時間情報比較、後二者は単耳の時間分解能であり、BMLD と VOT は speech を、ITD と GD は non-speech を見ているが、高齢者では感音難聴の有無によらず、これらすべてが障害されるとされる。なお単耳の時間分解能の低下は語音聴取低下の原因の一つになるが、non-speech と speech の時間分解能低下には異なるメカニズムが存在すると考えられている。

GD 検査は、広帯域雑音の中間に時間的な無音区間を挿入して、この無音区間 (Temporal Gap) が検知できるかどうかを計測する、非語音を用いた聴覚心理学的なタスクであり、正常若年者では（条件にもよるが）通常 3-5ms 程度の短い Temporal Gap まで検知できる。Mazelová ら<sup>23)</sup> は高音漸傾型感音

難聴を示す高齢者では検出時間が長く、SRTと相関するとした。Mooreら<sup>36)</sup>は、純音聴力検査上閾値上昇のない高齢者と軽度閾値上昇のある高齢者のGD検査を施行し、閾値上昇のない高齢者においても若年者より検出閾値の増加がみられ、軽度難聴の高齢者と差がなかったと報告している。このように純音聴力検査閾値の上昇がほとんどない高齢者を用いることにより、末梢聴覚の影響を(ある程度)除いて中枢の影響を評価する手法は聴覚心理学的によく行われており、他の研究<sup>35)</sup>でもGD閾値の増大が報告されていることから、末梢聴覚の障害の有無に関わらず、中枢聴覚における時間分解能は加齢とともに低下していると考えられる。このGD閾値の上昇がどのように高齢者の語音聴取能に関わっているかは明らかではないが、雑音下での聞き取りにおいて、雑音レベルが短い瞬間での語音聴取(hearing in temporal dip)の低下に関わっていることが示唆されている<sup>36)</sup>。

GD以外の聴覚心理学的タスクでも加齢変化が検討されている。例えば非語音タスクでは、刺激音の長さの弁別や両耳間時間差による方向感の認知が加齢性に低下することが確認されており、語音タスクではVOTの実験で高齢者は感度が低いことが報告されている。子音[p]と子音[b]は唇の閉鎖が開放された瞬間から母音が発生されるまでの時間VOTが長いか短いかによって違いが聞き分けられているが、高齢者ではたとえオーディオグラムが正常に近くてもこのような破裂音・破擦音をVOTで聞き分ける感度が低くなり、パ行[p]とバ行[b]の聞き違いがおくと説明されている<sup>35)</sup>。

Gap検知は蝸牛神経の発火頻度の増減で示されるミリ秒単位での時間分解能を反映していると考えられている<sup>37)</sup>が、聴覚中枢は蝸牛神経の発火のマイクロ秒単位の位相差(時間差)をとらえて処理する能力があり、たとえば両耳間時間差検知(interaural time difference, ITD)は右聴覚路と左聴覚路でのわずかな位相のずれを聴覚中枢(上オリーブ複合体)が検知することで音の方向感を生成している<sup>37)</sup>。これらのマイクロ秒単位の位相(時間)の差は、temporal fine structure(TFS, 時間微細構造)とよばれ、ヒトや動物におけるTFSの聴覚処理能力について様々な検討が繰り返されてい

る。我々はこのTFSを手掛かりにピッチ感覚を引き起こすといわれる音刺激を用いて、前期高齢者群においてITD検知閾およびTFS検知閾の低下を比較したところ、両耳のTFSを手掛かりとして方向感をひきおこすITD検知閾は有意な低下を示さなかったのに対し、片耳のTFSを手掛かりにピッチ知覚をひきおこすTFS検知閾値が有意に低下していた(Ochi et al, 投稿中)(図5)。後期高齢者ではITD検知閾も有意に低下すると言われており<sup>38)</sup>、TFSの時間処理能の加齢に伴う低下はより複雑な形で起こることが示唆される。

#### 6) 人工内耳聴取成績

一般に高齢者においても人工内耳装用により良好な聴取成績が得られると報告されている。しかし多数例での検討では加齢による影響が見られている。Lenarzら<sup>39)</sup>は後天性難聴1,005例の成人を18~39歳(220例)、40~59歳(420例)、60~69歳(235例)、70歳以上(130例)に分け、聴取成績を調べた。なおこれらの群間には術前聴力レベルと失聴期間に差は無かった。その結果、人工内耳装用後の2年間の聴取成績の向上は、70歳以上の高齢者もその他の年齢群と同様であり、静寂下での単音節や文章聴取にも

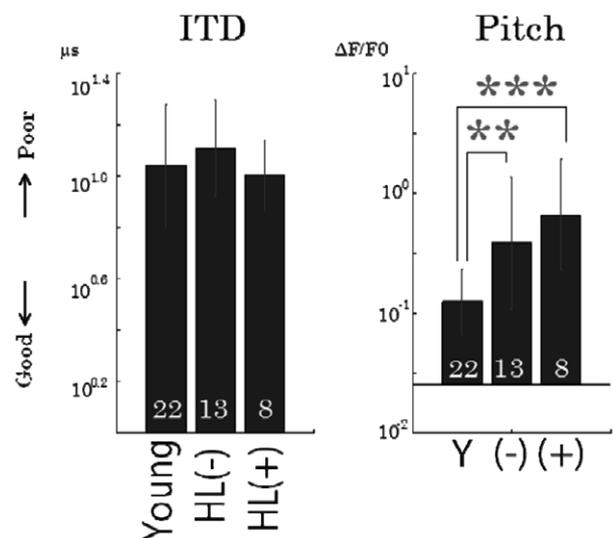


図5 若年(Young)群、高齢で難聴のない群(HL-)、高齢で軽度感音難聴群(HL+)群における両耳間時差検知(ITD)とピッチ感覚。ITDタスクでは各群に差がないが、ピッチ感覚タスクでは有意差が見られる。

\*\* :  $p < 0.01$ , \*\*\* :  $p < 0.001$

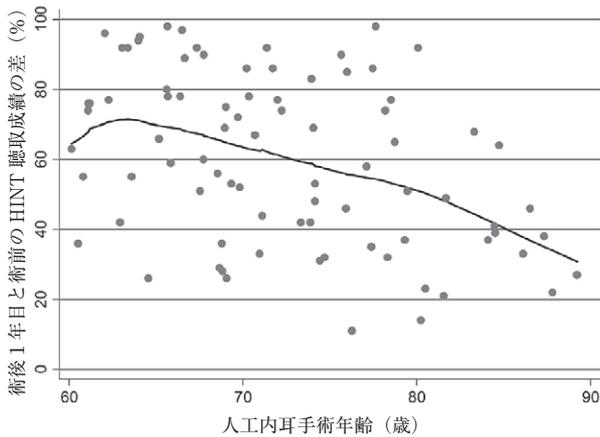


図6 人工内耳手術後1年目と術前におけるHINT聴取成績の差と手術年齢との関係(文献40より改変)  
手術年齢が高くなるほど術後のHINT聴取成績の改善が少ない傾向にある。

差は無かったが、騒音負荷条件(S/N比+10dB)での文章聴取は70歳以上の高齢者群で有意に悪化していた。Linら<sup>40)</sup>は60歳以上で人工内耳手術を受けた445例中、術前と手術1年後に同じ条件でHINT(hearing in noise test)を受けた83例を解析したところ、高齢者になるにつれて術後の成績が悪いこと(図6)、手術前の聴取能が良いほど(40%以下の症例に対して40-60%の症例において)術後聴取成績が良いことを示した。これらの結果は、高齢人工内耳装用者の騒音下での語音聴取には年齢の影響は無視できないほど大きいことを示しており、高齢者の騒音下の語音聴取において後迷路・中枢聴覚の変化や注意・記憶と言った認知機能低下の影響が大きい事を示唆している。

なお高齢の人工内耳装用者において、装用年数が増すにつれ、すなわちより高齢になるにつれて聴取成績が低下するのかよくわかっていない。Dillonら<sup>41)</sup>は65歳以上で人工内耳手術を受け10年以上装用した14例につき、静寂下と騒音負荷での単語聴取成績を調べたところ、装用開始1年から5年の間に聴取成績はさらに向上し、5年から10年の間は安定していたと報告している。この結果は高齢者においても術後の装用経験により聴取成績は向上し、加齢による学習効果に対する悪影響は無い事を示唆している。ただし、さらに高齢になると聴取能が低下してくるかどうかについては今後検討が必要である。

## 老人性難聴の予防と対策

ヒトの老人性難聴の発症機序は動物とは必ずしも同じでないと考えられるが、疫学データや動物実験の結果からは、加齢に伴う蝸牛内の酸化ストレスによりミトコンドリアDNA変異が蓄積し、またミトコンドリア機能も悪化し、その結果有毛細胞、ラセン神経節細胞、血管条など聴覚機能に重要な細胞が障害を受けて難聴が進行性に生じると考えられている<sup>12)</sup>。この仮説に従うと、蝸牛内における過剰なfree radical産生の予防が重要ということになり、不必要な強大音への暴露を若いうちから極力避けることが勧められる。また騒音環境では蝸牛の酸素消費、すなわち血流の増加が必要となるが、動脈硬化があると十分な血流供給が障害されて相対的虚血となり、さらに騒音曝露終了後の再灌流によるfree radicalの過剰産生を引き起こしやすいと考えられる。この意味から動脈硬化を予防することも重要と考えられ、生活習慣(食事、塩分、運動、禁煙など)に対する指導も必要である。高脂血症、糖尿病、高血圧症などを持病に持つ患者またはその予備軍では内科的治療などの早期介入も勧められる。free radicalを除去するサプリメント、特にミトコンドリア内で作用するものの摂取も予防効果が期待されているが、ヒトにおける老人性難聴予防効果のエビデンスはまだ無く、その検証は今後の課題である<sup>12)</sup>。なおこれらの予防的対応には難聴の進行を遅らせるという意味もあり、難聴が生じた後であっても一定の効果が期待される。

老人性難聴が生じて生活上の不具合を感じる場合、すなわちコミュニケーション障害が生じる場合、補聴器の活用が勧められる。アメリカの退役軍人を対象としてHearing Handicap Inventory in the Elderly(HHIE)やGeriatric Depression Scaleなどを用いて補聴器装用後1年間の経過を見た検討では、補聴器装用は認知機能、社会性、感情、鬱傾向、コミュニケーションに明らかに有益であったと報告されている<sup>42)</sup>。横断研究であるBlue Mountains Eye Studyに参加した60歳以上1328名の検討でも、両側軽度難聴(500~4000Hzの平均が25-40dBHL)者で鬱の傾向が強く、1日1時間以上補聴器を装用する者では有意に鬱傾向は抑制されていると報告され

ている<sup>43)</sup>。このように補聴器の有用性については言うまでもないが、特に「騒音下での聞き取りが悪い」ということに配慮し、ノイズリダクション機能を活用することが重要である。なお補聴器を両側に装用するか一側にするかという点について、一般的には両耳聴効果や騒音下聴取の改善を考慮して両耳装用が有利と思われるが、一側装用の方が聞き取りやすいという患者にも時に遭遇する<sup>44)</sup>。Henkinら<sup>45)</sup>は28例(平均72.8歳)の軽度から高度の両側感音難聴者に対し、右耳装用、左耳装用、両耳装用の三条件において、背後から与えた騒音(S/N比+10dB)下で正面から70dB SPLで与えた単語の聴取成績を評価したところ、71%の患者で両耳装用よりも片耳装用において成績が良かったと報告している。このように日常生活場面を想定した研究は本邦でも積極的に行う必要がある。

会話においては時間分解能が障害されていることを念頭に置き、「ゆっくりと話してもらおう」ように指導する。また顔が良く見える位置で会話すると視覚情報も活用できる。時間分解能の機能低下は補聴器では補えないが、聴覚を用いた認知訓練である程度改善する可能性がある。Andersonら<sup>46)</sup>は55-70歳の67例を対象に、トレーニング群では家庭で8週間のBrain Fitness cognitive trainingを用いて聴覚に基づいた認知訓練を行い、対照群は科学や歴史などの教育DVDを見て(注意してDVDを見るため)Multiple Choice Questionに答える訓練を行った。評価は6つのformantを持つ170msの[da]を刺激音とした脳幹反応(静寂下と騒音下(S/N比+10dB)で記録)、騒音下の単語聴取(S/N比0~25dB)、短期記憶などで行った。その結果、トレーニング群では騒音下のformant transitionに対応する時間が早くなり、短期記憶が向上し、騒音下聴取成績が改善し、脳幹反応のピークの騒音負荷による遅れも減少したが、対照群では効果は見られなかった。この結果は、聴覚に基づいた認知訓練が加齢に伴う時間分解能低下をある程度改善させうる可能性を示唆している。

## ま と め

本稿では、加齢に伴う聴覚障害について、老人性難聴を中心に、また主に臨床に用いられている検査

を中心にレビューした。加齢に伴う聴覚障害は末梢聴覚障害に加えて中枢聴覚・認知の障害も加味され、極めて複雑な障害となっている。今後超少子高齢化を迎える日本において、高齢者の聴覚障害を適切に評価して対策を講じることがますます重要となってくる。騒音下での両耳聴や補聴器装用効果など日常生活を想定した評価・研究、老人性難聴予防に関する基礎研究・介入研究、日本人向けの聴覚認知訓練の開発など、我々の取り組むべき課題は多く残されている。

## Age-related auditory disorder

Tatsuya Yamasoba, MD. PhD.<sup>1)</sup>, Atsushi Ochi, MD.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Otolaryngology and Head and Neck Surgery, University of Tokyo

<sup>2)</sup>Department of Otolaryngology and Head and Neck Surgery, Kameda General Hospital

Age-related auditory disorder is a complex disorder characterized by a decline in peripheral and central auditory and cognitive functions. Hearing thresholds, which begin to be elevated from higher frequencies, vary significantly among the subjects and the speed of the threshold elevation increases with age. Speech perception is affected in subjects with presbycusis, due mainly to their hearing loss, but is more severely so in patients of advanced age. Otoacoustic emissions and auditory brainstem responses are also impaired, mainly reflecting the subjects' hearing threshold elevations, and less significantly, their age. Auditory temporal processing, which can be evaluated by psychoacoustic tests such as the gap detection test, is also deteriorated in elderly subjects. For elderly subjects with difficulty in speech communication in daily life, hearing aid (HA) is the treatment of choice. When HAs no longer provide benefit, cochlear implantation is the treatment of choice; excellent results of cochlear implantation have been demonstrated even in eld-

erly subjects, although those who are older at implantation tend to show lower speech understanding scores postoperatively. It is considered important to avoid unnecessary exposure to loud noises and to prevent/treat atherosclerosis in order to prevent age-related auditory disorder. Auditory-based cognitive training may be useful to restore age-related deficits in temporal processing.

#### 参考文献

- 1) Humes LE, Dubno JR, Gordon-Salant S, et al: Central Presbycusis. A Review and Evaluation of the Evidence. *J Am Acad Audiol* **23**: 635-666, 2012
- 2) Gates GA, Beiser A, Rees TS, et al: Central auditory dysfunction may precede the onset of clinical dementia in people with probable Alzheimer's disease. *J Am Geriatr Soc* **50**: 482-488, 2002
- 3) Uhlmann RF, Larson EB, Rees TS, et al: Relationship of hearing impairment to dementia and cognitive dysfunction in older adults. *JAMA* **261**: 1916-1919, 1989
- 4) Gates GA, Cobb JL, Linn RT, et al: Central auditory dysfunction, cognitive dysfunction, and dementia in older people. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* **122**: 161-167, 1996
- 5) Carabellese C, Appollonio I, Rozzini R. et al: Sensory impairment and quality of life in a community elderly population. *J Am Geriatr Soc* **41**: 401-407, 1993
- 6) Mulrow CD, Aguilar C, Endicott JE, et al: Association between hearing impairment and the quality of life of elderly individuals. *J Am Geriatr Soc* **38**: 45-50, 1990
- 7) Yueh B, Shapiro N, MacLean CH, et al: Screening and management of adult hearing loss in primary care: scientific review. *JAMA* **289**: 1976-1985, 2003
- 8) Kim HN, Kim SG, Lee HK, et al: Incidence of presbycusis of Korean population in Seoul, Kyunggi and Kangwon provinces. *J Korean Med Sci* **15**: 580-584, 2000
- 9) 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 **49**: 222-227, 2012
- 10) Rosen S, Beragman M, Plester D, et al: Presbycusis study of a relatively noise-free population in the Sudan. *Ann Otol Rhinol Laryngol* **71**: 727-743, 1962
- 11) Van Eyken E, Van Camp G, Van Laer L: The complexity of age-related hearing impairment: contributing environmental and genetic factors. *Audiol Neurootol* **12**: 345-358, 2007
- 12) Yamasoba T, Lin FR, Someya S, et al: Current concepts in age-related hearing loss: epidemiology and mechanistic pathways. *Hear Res* **303**: 30-38, 2013
- 13) 下方浩史: 高齢者の聴力に個人差が大きいのは何故か—全身の老化との関係において—。Audiology Japan **51**: 177-184, 2008
- 14) Uchida Y, Sugiura S, Ando F, et al: Molecular genetic epidemiology of age-related hearing impairment. *Auris Nasus Larynx* **38**: 657-665, 2011
- 15) 岡本牧人: 老人性難聴の特徴。JOHNS **5**: 1723-1727, 1989
- 16) 八木昌人, 川端五十鈴, 佐藤恒正, 他: 高齢者の聴力の実態について。日耳鼻 **99**: 869-874, 1996
- 17) 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 **45**: 241-250, 2002
- 18) 下田雄丈: 老年者における聴覚研究。日耳鼻 **98**: 1426-1439, 1995
- 19) 立木 孝, 一戸孝七: 加齢による聴力悪化の計算式。Audiology Japan **46**: 235-240, 2003
- 20) 前田知佳子, 広田栄子, 小寺一興: 感音性難聴者における語音明瞭度と補聴器使用の年齢別検討。Audiology Japan **33**: 215-219, 1990
- 21) 廣田栄子, 武智司尾子, 吉川千絵, 他: 高齢者における騒音下の語音明瞭度の検討。Audiology Japan **45**: 443-444, 2002
- 22) Frisina DR, Frisina RD: Speech recognition in

- noise and presbycusis: relations to possible neural mechanisms *Hear Res* **106**: 95-104, 1997
- 23) Mazelová J, Popelar J, Syka J: Auditory function in presbycusis: peripheral vs. central changes *Experimental Gerontology* **38**: 87-94, 2003
- 24) Bonfils P, Bertrand Y, Uziel A: Evoked otoacoustic emissions: normative data and presbycusis. *Audiology* **27**: 27-35, 1988
- 25) 大内利昭, 小形 章, 増野博康, 他: 誘発耳音響放射に対する加齢の影響。 *Otol Jpn* **1**: 24-27, 1991
- 26) Cilento BW, Norton SJ, Gates GA: The effects of aging and hearing loss on distortion product otoacoustic emissions. *Otolaryngol Head Neck Surg* **129**: 382-389, 2003
- 27) 高橋 辰, 池田勝久, 高坂知節, 他: 歪成分耳音響放射に及ぼす年齢の影響。 *日耳鼻* **99**: 978-984, 1996
- 28) Keppler H, Dhooge I, Corthals P, et al: The effects of aging on evoked otoacoustic emissions and efferent suppression of transient evoked otoacoustic emissions. *Clin Neurophysiol* **121**: 359-365, 2010
- 29) Hoth S, Gudmundsdottir K, Plinkert P: Age dependence of otoacoustic emissions: the loss of amplitude is primarily caused by age-related hearing loss and not by aging alone. *Eur Arch Otorhinolaryngol* **267**: 679-690, 2010
- 30) Boettcher FA: Presbycusis and the auditory brainstem response. *J Speech Lang Hear Res* **45**: 1249-1261, 2002
- 31) Rowe MJ 3rd: Normal variability of the brainstem auditory evoked response in young and old adult subjects. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* **44**: 459-470, 1978
- 32) Jerger J, Hall J: Effects of age and sex on auditory brainstem response. *Arch Otolaryngol* **106**: 387-391, 1980
- 33) Martini A, Comacchio F, Magnavita V: Auditory evoked responses (ABR, MLR, SVR) and brain mapping in the elderly. *Acta Otolaryngol Suppl* **476**: 97-103, 1990
- 34) 横小路雅文, 加我君孝: 70歳以上の高齢者の純音聴力, ABR, 語音明瞭度について。 *Audiology Japan* **37**: 475-476, 1994
- 35) Strouse, A, Ashmed DH, Ohde RN, et al: Temporal processing in the aging auditory system. *J Acoust Soc Am* **104**: 2385-2399, 1998
- 36) Moore BC, Peters RW, Glasberg BR: Detection of temporal gaps in sinusoids by elderly subjects with and without hearing loss. *J Acoust Soc Am* **92**: 1923-1932, 1992
- 37) Moore BCJ: Cochlear hearing loss, physiological, psychological and technical issues (2nd). John Wiley and Sons, 2007, pp117-142
- 38) Dobreva MS, O'Neill WE, Paige GD: Influence of aging on human sound localization. *J Neurophysiol* **105**: 2471-2486, 2011
- 39) Lenarz M, Sönmez H, Joseph G, et al: Cochlear implant performance in geriatric patients. *Laryngoscope* **122**: 1361-1365, 2012
- 40) Lin FR, Chien WW, Li L, et al: Cochlear implantation in older adults. *Medicine* **91**: 229-241, 2012
- 41) Dillon MT, Buss E, Adunka MC, et al.: Long-term speech perception in elderly cochlear implant users. *JAMA Otolaryngol Head Neck Surg* **139**: 279-283, 2013
- 42) Mulrow CD, Tuley MR, Aguilar C: Sustained benefits of hearing aids. *J Speech Hear Res* **35**: 1402-1405, 1992
- 43) Gopinath B, Wang JJ, Schneider J, et al: Depressive symptoms in older adults with hearing impairments: the Blue Mountains Study. *J Am Geriatr Soc* **57**: 1306-1308, 2009
- 44) Pacala JT, Yueh B: Hearing deficits in the older patient: "I didn't notice anything". *JAMA* **307**: 1185-1194, 2012
- 45) Henkin Y, Waldman A, Kishon-Rabin L, et al: The benefits of bilateral versus unilateral amplification for the elderly: are two always better than one? *J Basic Clin Physiol Pharmacol* **18**: 201-216, 2007
- 46) Anderson S, White-Schwoch T, Parbery-Clark

A, et al: Reversal of age-related neural timing delays with training. Proc Natl Acad Sci USA **110**: 4357-4362, 2013

(2013年12月27日受稿 2014年1月5日受理)

---

別冊請求先: 〒113-8655

文京区本郷7-3-1

東京大学医学部耳鼻咽喉科学教室

山唄達也

Tatsuya Yamasoba

Department of Otolaryngology and  
Head and Neck Surgery, University of  
Tokyo

7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-  
8655, Japan