

Listening Effort

Mehdi Mohsenpour^{1*} , Ahmadreza Nazeri²

1. Student Research Committee, MSc in Audiology, Department of Audiology, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. PhD in Audiology, Assistant Professor, Department of Audiology, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 2018.May.24

Revised: 2018. September.09

Accepted: 2018.September.14

Abstract

Background and Aim: Hearing process for daily activities of normal people is possible without special effort, and yet, in peoples suffering from hearing loss - with or without hearing aids – it mandates effort. The stress and fatigue secondary to this effort and concentration to percieve the speech have negative effects on these individuals' performance. This challenge affects a big population in the community. This is more prominent in difficult hearing situations and noisy environments. Therefore, it seems to be important to assess listening effort, its physiopathology, and the contributing factors, and when possible, provide ways to manage it and decrease its negative effects on these individuals' quality of life.

Materials and Methods: To collect data for the current study, we performed a search of the relevant articles using several keywords, including: listening effort, listening fatigue, hearing loss, and hearing aid, in ScienceDirect, GoogleScholar, Scopus, and PubMed databases, published between 1975 and 2018.

Conclusion: According to the results, the listening effort is not well studied yet. But it could affect other cognitive activities and lead to fatigue and increase stressing and consequently negatively impact the quality of life. Therefore, conducting more studies in this domain and considering its importance in future studies is necessary.

Keywords: Listening effort; Listening fatigue; Hearing loss; Hearing aid

Cite this article as: Mehdi Mohsenpour, Ahmadreza Nazeri. Listening effort. J Rehab Med. 2019; 8(1): 226-236.

* **Corresponding Author:** Mehdi Mohsenpour. Student Research Committee, MSc in Audiology, Department of Audiology, School of Rehabilitation, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Email: mmohsenpour72@gmail.com

DOI: 10.22037/jrm.2018.111234.1853

تلاش شنیداری

مهدی محسن پور^{۱*}، احمد رضا ناظری^۲

۱. کمیته پژوهشی دانشجویان، گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲. دکترای تخصصی شنوایی شناسی، استادیار گروه شنوایی شناسی، دانشکده علوم توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

* دریافت مقاله ۱۳۹۷/۰۳/۰۳ بازنگری مقاله ۱۳۹۷/۰۶/۱۸ پذیرش مقاله ۱۳۹۷/۰۶/۲۳ *

چکیده

مقدمه و اهداف

امروزه برای افراد دارای شنوایی هنجار، فرآیند شنیدن در زندگی روزمره نیازی به صرف انرژی ندارد، اما در افراد مبتلا به افت شنوایی، شنیدن (با یا بدون سمعک) نیاز به انرژی دارد. خستگی و استرس ناشی از تمرکز یا تلاش جهت درک گفتار، تأثیرات منفی روی عملکرد افراد دارد. چالش تلاش شنیداری بسیاری از افراد جامعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این شرایط خصوصاً در محیط‌های پر سر و صدا و شرایط دشوار شنیداری پررنگ‌تر است. به همین دلیل بررسی تلاش شنیداری، مکانیسم‌های دخیل در ایجاد آن و در صورت امکان یافتن روشی برای مدیریت و کاهش تأثیر آن بر کیفیت زندگی از اهمیت بالایی برخوردار است.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر مقالات مختلف پیرامون تلاش شنیداری در بانک‌های اطلاعاتی Scopus، Google Scholar، ScienceDirect و PubMed با استفاده از کلیدواژه‌های تلاش شنیداری، خستگی شنیداری، افت شنوایی، سمعک و کلمات مرتبط در سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۸ مورد بررسی قرار گرفت.

نتیجه‌گیری

به نظر می‌رسد با توجه به کمبود مطالعات انجام شده در زمینه تلاش شنیداری، انجام مطالعات بیشتر و توجه به مفهوم آن خصوصاً در شرایط دشوار شنیداری حائز اهمیت است، زیرا می‌تواند روی سایر فعالیت‌های شناختی تأثیر بگذارد و منجر به احساس خستگی و استرس در بیماران شود و کیفیت زندگی آنها را تحت تأثیر قرار دهد.

واژه‌های کلیدی

تلاش شنیداری؛ خستگی شنیداری؛ افت شنوایی؛ سمعک

نویسنده مسئول: مهدی محسن پور، میدان امام حسین، خیابان دماوند، روبه‌روی بیمارستان بوعلی، دانشکده علوم توانبخشی شهید

بهشتی، گروه شنوایی شناسی، تهران، ایران

آدرس الکترونیکی: mmohsenpour72@gmail.com

مقدمه و اهداف

درک گفتار یک مقوله پیچیده است که در آن علاوه بر سیستم شنیداری محیطی، پردازش‌های شنیداری و شناختی سطوح بالاتر هم از قبیل توجه شنیداری^۱ و حافظه^۲ دخیل هستند. در پردازش گفتار مکانیسم‌های پایین‌رو^۳ و بالا‌رو^۴ همراه با حشوهای موجود منجر به ایجاد شنوایی هنجار می‌شود.^[۱] برای افراد دارای شنوایی هنجار، فرآیند شنیدن در زندگی روزمره نیازی به صرف انرژی ندارد. در مواقع شنیدن در محیط‌های نویزی، فرآیندهایی در مغز صورت می‌گیرد که سبب می‌شود پردازش انتخابی صورت گیرد و به صورت هم‌زمان اطلاعات غیرضروری فیلتر شود. این مجموعه اتفاقات، مکانیسم بهره انتخابی^۵ نامیده می‌شود. در افراد مبتلا به افت شنوایی، شنیدن (با یا بدون سمک) نیاز به انرژی دارد. این افراد معمولاً از خستگی ناشی از تمرکز یا تلاش جهت درک گفتار در محیط‌های شنیداری روزمره شکایت دارند. خستگی و استرس ناشی از این فرآیند تأثیرات منفی روی عملکرد کاری این افراد دارد. افزایش تخصیص توجه به دلیل تلاش بیشتر، تأثیرات منفی روی توانایی ذهنی فرد در فرآیندهای پیچیده دارد.^[۲] چالش تلاش شنیداری بسیاری از افراد جامعه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این مشکل خصوصاً در محیط‌های پر سر و صدا و شرایط دشوار شنیداری پررنگ‌تر است. به همین دلیل بررسی تلاش شنیداری، مکانیسم‌های دخیل در ایجاد آن و در صورت امکان یافتن روشی برای مدیریت و کاهش تأثیر آن بر کیفیت زندگی از اهمیت بالایی برخوردار است.^[۱]

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر مقالات مختلف پیرامون تلاش شنیداری در بانک‌های اطلاعاتی ScienceDirect، Google Scholar، Scopus و PubMed با استفاده از کلیدواژه‌های تلاش شنیداری، خستگی شنیداری، افت شنوایی، سمک و کلمات مرتبط در سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۸ مورد بررسی قرار گرفت.

تلاش شنیداری^۶

تلاش شنیداری، تخصیص منابع شناختی و توجهی به فعالیت‌های شنیداری از قبیل کشف، رمزگشایی، پردازش و پاسخ‌دهی به گفتار است. به صورت عملی‌تر تلاش شنیداری به صورت نوع ویژه‌ای از تلاش ذهنی است که برای توجه و درک پیام‌های گفتاری یا سیگنال‌های شنیداری مورد نیاز است.^[۳] البته درک گفتار، تنها نوع پردازش شنیداری نیازمند تلاش نیست. افراد مبتلا به کاهش شنیداری در تعیین منبع صوت خصوصاً در محیط‌های پیچیده شنیداری مشکل دارند. درک صداهای محیطی مثل صدای آمبولانس یا درک موسیقی (خصوصاً تمرکز بر صدای یک آلت موسیقی خاص از بین چند مورد) هم برای این افراد دشوار است. تلاش شنیداری، هر نوع تلاش فیزیکی یا ذهنی را شامل می‌شود. معنای کاری آن شامل تلاش ذهنی مورد نیاز برای درک یک پیام شنیداری است. شنیدن در برخی شرایط مثل زمانی که منبع صوت در جایگاه مناسبی قرار نداشته باشد، گوینده لهجه خاصی داشته باشد، تداخلی در انتقال صدا وجود داشته باشد (مثل نویز زمینه، بازآوایی یا پردازش سیگنال در سمک) یا شنوایی فرد دچار مشکل باشد، نیازمند تلاش بیشتری است، البته این تداخل‌ها به واسطه وجود سرخ‌های بینایی تسهیل می‌یابد و پردازش‌های دقیق گفتار را در حضور نویز زمینه ممکن می‌سازد.^[۲]

سن هم در میزان تلاش شنیداری موثر است و با افزایش سن میزان تلاش شنیداری افزایش می‌یابد. از حدود دهه چهارم زندگی با افزایش سن میزان تلاش شنیداری هم افزایش می‌یابد. در مطالعه‌ای که به بررسی تأثیر سن بر تلاش شنیداری با استفاده از پارادیم چندمنظوره می‌پردازد، میزان تلاش شنیداری در نویزهای مختلف زمینه بررسی شد. ۶۰ فرد بزرگسال در محدوده سنی ۲۰ تا ۷۷ سال مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد بدون در نظر گرفتن میزان حساسیت شنوایی، میزان تلاش شنیداری با افزایش سن بیشتر می‌شود، البته لازم است مطالعاتی در این زمینه صورت گیرد و تأثیر عملکرد شناختی همراه با ارتباط سن و تلاش شنیداری بررسی شود.^[۴]

برای درک بهتر مفهوم تلاش شنیداری، آشنایی با مکانیسم‌های ذهنی دخیل در ایجاد آن مفید است.

مکانیسم‌های ذهنی دخیل در تلاش شنیداری به وسیله مدل‌هایی قابل توصیف است. یکی از این مدل‌ها سهولت درک زبان^۷ (ELU) است. در این مدل، فرض بر این است که در شرایط واقعی شنیداری، ورودی‌های گفتاری به سرعت و به صورت اتوماتیک و چندکیفیتی به سطح بازنمایی واج‌شناختی^۸ می‌رسد. زمانی که یک عدم تطابق (به دلیل وجود نویز، بازآوایی، پردازش سیگنال به صورت نامطلوب در سمک یا افت شنوایی) وجود داشته باشد، یک منبع درکی آشکار برای پشتیبانی شنوایی از طریق بازسازی قطعات و استنتاج معانی آنها

¹ Auditory Attention

² Memory

³ Top-down

⁴ Bottom-up

⁵ Selective Gain

⁶ Listening Effort

⁷ Ease of Language Understanding

⁸ Phonological Representation

ایجاد می‌شود. فرآیند پردازش مطلق^۹، سریع و قابل پیش‌بینی است، در حالی که مکانیسم پردازش آشکار^{۱۰}، آرام‌تر و تعمدی است و هر دوی آنها در تجزیه و تحلیل پیشرونده مشارکت می‌کنند. میزان مشارکت پردازش آشکار بیانگر تلاش دخیل در تعقیب و بازسازی است، مثلاً فهم چیزی که فرد در یک محیط شلوغ و چندگویی‌نده‌ای بیان می‌کند؛ بنابراین پیش‌بینی عمومی بر اساس مدل ELU در موارد ایجاد عدم تطابق در درک گفتار است که منجر به کاهش راحتی و افزایش تلاش شنیداری می‌شود. ظرفیت بالای حافظه کاری^{۱۱} برای جبران این تضاد می‌تواند کمک‌کننده باشد و منجر به راحتی درک گفتار و کاهش تلاش شنیداری شود. به صورت تجربی مشاهده شده است که هر چقدر ظرفیت حافظه کاری بیشتر باشد، به تلاش کمتری نیاز است که در موارد وجود فعالیت‌هایی با سطح دشواری متوسط نمود بیشتری دارد. زمانی که میزان سختی در کمترین یا بیشترین حد باشد، نقش حافظه کاری کم‌رنگ‌تر می‌شود، خصوصاً در مورد پردازش گفتار، موقعیت‌هایی که نیازمند فعال شدن مکانیسم پردازش آشکار هستند، به تلاش شنیداری نیاز دارند. میزان تلاشی که به وسیله فرد تجربه می‌شود، به وسیله میزان ظرفیت حافظه کاری مشخص می‌شود. علاوه بر اندازه‌گیری‌های رفتاری، چند اندازه‌گیری وابسته به فعالیت‌های مغزی وجود دارد که به بررسی تلاش ذهنی می‌پردازد.^{۱۲}

خستگی شنیداری^{۱۲}

خستگی زیاد ناشی از تلاش ذهنی یا فیزیکی، خستگی شنیداری نامیده می‌شود. خستگی یک پدیده چندبعدی است که در زمینه‌های فیزیکی، ذهنی یا شناختی ممکن است اتفاق بیفتد. تعریف استاندارد و مشخصی برای خستگی شنیداری وجود ندارد و با توجه به کاربرد آن در زمینه‌های مختلف، آن را تعریف می‌کنند. خستگی ذهنی یا شناختی معمولاً احساس خستگی یا کاهش انرژی در نتیجه انجام فعالیت ذهنی یا احساسی است که می‌تواند منجر به کاهش توانایی پردازش شناختی در فرد شود. در واقع کاهش عملکرد مطلوب، به خاطر انجام فعالیت شناختی طولانی می‌باشد و منجر به اختلال در تمرکز، افزایش حواس‌پرتی، عصبانیت، کاهش دقت و هوشیاری و کاهش انرژی ذهنی و کارایی فرد می‌شود. با توجه به شیوع بالای خستگی شنیداری در افراد مبتلا به کاهش شنوایی، اندازه‌گیری عینی تلاش شنیداری جهت یافتن ریشه مشکل مورد توجه قرار می‌گیرد.^{۱۳}

خستگی شنیداری در افراد مبتلا به افت شنوایی

افت شنوایی مانند نویز زمینه و بازآوایی باعث کاهش کیفیت سیگنال گفتاری و دشواری در برقراری ارتباط می‌شود. برای حفظ درک گفتار در سطح مطلوب، افراد دارای افت شنوایی باید منابع شناختی بیشتری را برای پردازش گفتار اختصاص دهند. با توجه به تئوری ظرفیت توجهی^{۱۴} منابع شناختی محدود هستند؛ بنابراین استفاده از منابع شناختی اضافه برای رمزگشایی گفتار منجر می‌شود منابع کمتری برای سایر فعالیت‌ها باقی بماند. به عنوان مثال برای ایجاد درک بهتر در یک محیط چالش برانگیز، فرد دارای افت شنوایی مجبور به استفاده از سایر منابع مثل سرخ‌های بینایی یا پیش‌فرض‌های موجود در حافظه است، در صورتی که برقراری ارتباط در همین شرایط برای فرد فاقد افت شنوایی از دشواری کمتری برخوردار است، البته افزایش تخصیص منابع شناختی برای درک گفتار که منجر به بهبود درک گفتار می‌شود، ممکن است نتایج منفی هم داشته باشد. تحقیقات نشان می‌دهد تلاش شناختی طولانی‌مدت برای جبران اختلال شنیداری منجر به خستگی ذهنی فرد می‌شود. برای این افراد استفاده از سمعک می‌تواند منجر به کاهش این تلاش و جلوگیری از خستگی ذهنی شود. به صورت معمول فرض بر این است که افزایش تلاش شنیداری با میزان سختی که فرد در برقراری ارتباط روزانه‌اش احساس می‌کند، متناسب است. در واقع گزارش استرس، فشار و خستگی ناشی از افت شنوایی در ارتباطات روزانه معمول است، البته اختلال در پردازش‌های شنیداری مرتبط با افت شنوایی منجر به افزایش تلاش شنیداری می‌شود و کیفیت زندگی فرد را کاهش می‌دهد. عموماً هر چقدر که شرایط شنیداری بهبود یابد (یعنی نسبت سیگنال به نویز افزایش یابد)، قدرت درک گفتار بهبود می‌یابد و منابع شناختی خارجی کمتری برای پردازش گفتار مورد نیاز است و در نتیجه میزان تلاش شنیداری کاهش می‌یابد.^{۱۴} یکی از ویژگی‌های سمعک مناسب این است که میزان درک گفتار فرد را خصوصاً در محیط‌های پر سر و صدا و شرایط دشوار شنیداری بهبود بخشد. تنظیم سمعک مطلوب برای بیمار تنظیمی است که در شرایط مختلف درک گفتار مطلوبی را برای فرد فراهم کند و میزان تلاش شنیداری را به حداقل برساند. در مطالعه‌ای که در کمپانی Siemens برای بررسی میزان تلاش شنیداری با دو ویژگی SpeechMaster^{۱۴} و EchoShield^{۱۵} انجام شد، ۱۱ فرد بزرگسال دارای افت شنوایی حسی-عصبی دوطرفه با شیب نزولی که دارای سابقه استفاده از سمعک بودند، مورد بررسی قرار گرفتند و میزان تلاش شنیداری در آنها با مقیاس‌های گزارش فردی و بررسی میزان EEG مورد بررسی قرار گرفت و هر دوی آن ویژگی‌ها بیانگر

⁹ Implicit Processing

¹⁰ Explicit Processing

¹¹ Working Memory

¹² Listening Fatigue

¹³ Capacity Theory of Attention

^{۱۴} یک سیستم هدایتی جامع است که با هماهنگ کردن ویژگی‌های مختلف و پردازش‌های خاص باعث به حداقل رساندن میزان تلاش شنیداری می‌شود.

^{۱۵} تکنولوژی جدیدی برای کاهش بازآوایی جهت حفظ وضوح گفتار

کاهش میزان تلاش شنیداری بود. شنیدن همراه با تلاش منجر به افزایش بار شناختی می‌شود و تاثیر منفی روی پردازش‌های ذهنی می‌گذارد و منجر به خستگی، کاهش انرژی و کاهش تمرکز می‌شود و در واقع کاهش میزان تلاش شنیداری بخش مهمی از فواید استفاده از سمعک است.^[۶]

شکایت‌های زیاد افراد مبتلا به کاهش شنیداری از خستگی شنیداری، نیاز به بررسی مشکل و کشف علل و ریشه‌های مشکل و راهکارهایی برای حل آن را به وجود آورد.

اندازه‌گیری تلاش شنیداری و خستگی شنیداری

برای اندازه‌گیری این دو مفهوم روش‌های متعددی وجود دارد. این تکنیک‌ها در سه مجموعه طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- گزارش فردی^{۱۶}

۲- اندازه‌گیری رفتاری^{۱۷}

۳- اندازه‌گیری فیزیولوژیک^{۱۸}

گزارش فردی از تلاش شنیداری

اندازه‌گیری گزارش فرد از میزان تلاش شنیداری با بررسی پاسخ فرد به این پرسش که چه میزان تلاش برای انجام فعالیت مورد نظر دارد، اندازه‌گیری می‌شود. معمولاً این کار با مقیاس خاصی صورت می‌گیرد. این روش ساجکتیو از اعتبار قابل قبولی برخوردار است و یکی از مزیت‌های آن این است که به ابزار خاصی نیاز ندارد، البته با توجه به این که این پاسخ به نظر فرد وابسته است و تغییرات آن بین افراد مختلف یا حتی یک فرد در زمان‌های مختلف زیاد است، استفاده از آن را با محدودیت‌هایی مواجه می‌کند.^[۱]

اندازه‌گیری گزارشات بیمار از میزان تلاش شنیداری به وسیله مجموعه‌ای از پرسش‌نامه‌ها یا معیارهای اندازه‌گیری صورت می‌گیرد. یک روش رایج برای اندازه‌گیری میزان تلاش شنیداری استفاده از مقیاس‌های بینایی^{۱۹} است. این مقیاس ممکن است به صورت توصیفی (تلاشی لازم نیست - بالاترین میزان تلاش) یا عددی (مثلاً ۰-۱۰۰) به کار برده شود. افراد مورد بررسی میزان تلاش مورد نیاز در محیط‌های مختلف شنیداری را بر روی مقیاس مورد نظر مشخص می‌کنند.^[۳] نمونه‌ای از پرسش‌نامه‌ها، پرسش‌نامه چندمنظوره کیفیت گفتار در محیط اطراف^{۲۰} (SSQ) است که به بررسی میزان دشواری شنیداری تجربه‌شده توسط فرد در محیط‌های مختلف مثل مقایسه وجود و عدم وجود سرخ‌های بینایی می‌پردازد. این پرسش‌نامه شامل ۴۹ گزینه مربوط به تلاش شنیداری مورد نیاز در موقعیت‌های مختلف زندگی روزمره می‌باشد. (مثال: آیا در شنیدن صدای اشخاص یا صداهای محیطی نیازمند توجه زیاد هستید؟ آیا در زمان شنیدن یک صدا می‌توانید صداهای دیگر را نادیده بگیرید؟). شرکت‌کنندگان امتیازی بین ۰ تا ۱۰۰ به این پرسش‌ها می‌دهند. به عنوان مثال در مطالعه Dawes و همکاران به بررسی میزان تغییرات تلاش شنیداری با مقیاس SSQ پس از سازگاری با سمعک پرداختند. افرادی که به تازگی استفاده از سمعک را شروع کرده بودند، پس از سپری شدن دوره سه ماهه عادت‌پذیری به سمعک به تلاش شنیداری کمتری در مقایسه با گروه کنترل که سابقه استفاده طولانی‌مدت از سمعک داشتند، وجود داشت. قضاوت‌های فردی از میزان تلاش مورد نیاز در فرآیندهای شنیداری هم مورد بررسی قرار می‌گیرد.^[۷]

در یک مطالعه گسترده، افراد شرکت‌کننده به ارزیابی یک مقیاس ۱۰۰ نقطه‌ای و تعیین میزان تلاش مورد نیاز جهت انجام فعالیت‌های شنیداری پرداختند. همان‌طور که انتظار می‌رفت در افراد مبتلا به افت شنوایی میزان تلاش مورد نیاز در مقایسه با هم‌تایان دارای شنوایی نرمال بیشتر بود.^[۸]

در امتیازگزارهای مبتنی بر پرسش‌نامه، افراد قضاوت‌های شخصیشان را از میزان تلاش مورد نیاز جهت فعالیت‌های شنیداری روزمره بیان می‌کنند. اندازه‌گیری تلاش شنیداری بر اساس گزارش فرد روشی سریع و انجام آن آسان است و به تخصص خاصی جهت انجام و تفسیر نیاز ندارد. این روش معمولاً در کنار روش‌های فیزیولوژیک استفاده می‌شود و نتایج ناشی از هر دوی آنها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

محدودیت‌های این روش به ماهیت آن که وابسته به نظر شخص است، مربوط است. به عنوان مثال تفاوت‌های شخصی در تعیین آستانه تلاش شنیداری وجود دارد؛ یعنی ممکن است فردی یک موقعیت را نیازمند تلاش تعریف کند، در حالی که فرد دیگری آن را یک شرایط معمولی تعریف کند. در مطالعه Larsby و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که افراد مسن‌تر تمایل بیشتری به تخمین کمتر از حد میزان تلاش شنیداری مورد نیاز وجود دارد. این افراد علی‌رغم اینکه بیان می‌کنند به تلاش شنیداری کمی نیاز دارند، اما عملکرد رفتاری آنها در مقایسه با هم‌تایان جوان‌تر پایین‌تر است.^[۹]

¹⁶ Self-report

¹⁷ Behavioral Measure

¹⁸ Physiologic Measure

¹⁹ Visual Analogous Scale

²⁰ Speech, Spatial and Qualities

گزارش فردی از خستگی شنیداری

همانند گزارش فردی از میزان تلاش شنیداری، ارزیابی شخصی میزان خستگی شنیداری هم از طریق یک مقیاس صورت می‌گیرد. توجه به این که خستگی شنیداری یک تجربه شخصی است، استفاده از مقیاس برای تعیین میزان آن از اهمیت بالایی برخوردار است و از طرفی دیگر هم استفاده از مقیاس ساده، راحت، در دسترس و مقرون به صرفه است. مقیاس‌ها به اندازه‌گیری ماهیت و میزان خستگی شنیداری و همچنین پایش میزان آن پس از مداخله می‌پردازند.^[1] به عنوان مثال در یک مطالعه با استفاده از پرسش‌نامه که به بررسی تأثیرات افت شنوایی روی عملکرد شغلی، در افراد دارای افت شنوایی و افراد سالم پرداختند، از چک لیست Amsterdam برای بررسی ارتباط شنوایی و کار پرداختند. شاغلان مبتلا به افت شنوایی نیاز به مرخصی استعلاجی بیشتر و خستگی و اضطراب ذهنی بیشتری داشتند. در مطالعه Nechtegaal و همکاران در سال ۲۰۰۹ از مقیاس "the Need for Recovery" برای تعیین میزان مشکلات مربوط به خستگی که در افراد مبتلا به افت شنوایی در محل کار تجربه می‌شود، استفاده شد. این مقیاس دارای ۱۱ گزینه است که از پرسش‌نامه Dutch که برای بررسی جامع تجارب کاری استفاده می‌شود، کسب شده است. بیشتر افراد دارای افت شنوایی نسبت به افراد دارای شنوایی هنجار، به بهبودی بیشتری نیاز داشتند. تعیین میزان خستگی با استفاده از اطلاعاتی که فرد ارائه می‌کند، صورت می‌گیرد، البته منبع این خستگی ممکن است ناشناخته باشد یا قابل تشخیص نباشد. تفاوت‌های فردی در بیان میزان خستگی وجود دارد و ذهنیات فرد روی آن موثر است.^[۱۰]

استفاده از گزارش فرد به تنهایی نمی‌تواند تصویر دقیقی از میزان و ماهیت خستگی شنیداری به دست آورد. این مقیاس‌ها بینشی در مورد عوامل دخیل در نوع پاسخ‌دهی به ما نمی‌دهد و همچنین اطلاعاتی در مورد مکانیسم‌های فیزیولوژیک دخیل در خستگی به دست نمی‌آورد و بهتر است آن را در کنار سایر روش‌ها به کار برد.^[۱۱]

اندازه‌گیری رفتاری تلاش شنیداری

پاسخ‌های رفتاری در فعالیتهای شنیداری برای مشخص کردن تلاش شنیداری استفاده می‌شود. این اندازه‌گیری‌ها به دو دسته تقسیم می‌شوند: ۱- پارادایم تک‌منظوره^{۲۱}، ۲- پارادایم چندمنظوره^{۲۲}
پارادایم تک‌منظوره:

افراد شرکت‌کننده در مطالعه حاضر یک‌فعالیتی یا به صورت شفاهی به کلمه یا جمله شنیده‌شده پاسخ می‌دهند یا دکمه پاسخ را فشار می‌دهند. در گذشته زمانی که مزایای تقویت در افراد دارای افت شنوایی را بررسی می‌کردند، میزان دقت در شناسایی گفتار در حضور نویز مورد بررسی قرار می‌گرفت؛ یعنی نسبت پاسخ‌های صحیحی که فرد در هر موقعیت شنیداری می‌داد، بررسی شد. سرعت ارائه پاسخ هم اطلاعات تکمیلی در مورد میزان تلاش شنیداری می‌دهد. در یک مطالعه که توسط Houben و همکاران (۲۰۱۳) انجام شد، افراد بزرگسال دارای شنوایی هنجار در یک فعالیت به شناسایی ۳ عدد در سطوح مختلف نویز پرداختند. برخلاف درک گفتار مطلوب، زمان پاسخ‌دهی در موقعیت‌های چالش‌برانگیز و نسبت بالای سیگنال به نویز آرام‌تر بود که بیانگر افزایش میزان تلاش شنیداری برای درک گفتار در شرایط دشوار اکوستیکی است.^[۱۱]

اخیرا MacPherson و Akeroyd (۲۰۱۳) یک فعالیت شنیداری جدید طراحی کردند که Glasgow Monitoring of Uninterrupted Speech Task (GMUST) نامیده شد و به تغییرات میزان تلاش شنیداری در طول زمان حساس بود. مجموعه‌ای از جملات منقطع کوتاه به شنونده ارائه شد. فعالیت آنها شامل پیگیری گفتار ممتد در چند دقیقه و تشخیص کلمه جانشین در نسخه مکتوب است.^[۱۲]
پارادایم چندمنظوره:

روش‌های چندفعالیتی مثل تسک‌های دوگانه از روان‌شناسی شناختی نشأت می‌گیرد و برای اندازه‌گیری تخصیص توجه توسعه یافته است. Kahneman و همکاران (۱۹۷۳) یک منبع محدود برای توجه قرار داد که به وسیله آن میزان محدودی از منابع توجه بین عملکردهای مختلف ذهنی مشارکت می‌کند. زمانی که دو فعالیت به صورت هم‌زمان انجام می‌شود، اگر یکی از آنها سخت‌تر باشد، منجر به کاهش عملکرد در فعالیت دیگر می‌شود. عملکرد فعالیت دوم منعکس‌کننده میزان تلاش تخصیص‌یافته به فعالیت است. برای اندازه‌گیری تلاش شنیداری، یک فعالیت تمایز گفتار (در SNRهای مختلف) به عنوان فعالیت اولیه انتخاب می‌شود. فعالیت دوم ممکن است شامل حافظه، پاسخ لامسه‌ای یا بینایی باشد. روش چندفعالیتی اعتبار مناسبی برای پردازش گفتار در محیط‌های واقعی دارد. انجام موثر چند عملکرد ذهنی هم‌زمان در عملکردهای ما در زندگی روزمره خصوصاً در محیط‌های یادگیری شایع است. به عنوان مثال در کلاس درس دانش-آموزان در حالی که به گفتار ممتد توجه می‌کنند به صورت هم‌زمان یادداشت‌برداری هم انجام می‌دهند. این توانایی منجر به تقسیم توجه

²¹ Single Task Paradigm

²² Multi Tasking Paradigm

به صورت موثر بین چند فعالیت می‌شود. ارتباط بین تلاش و عملکرد وابسته به فرضیه‌های اساسی و مشخص است. فرض بر این است که کل منابع ظرفیتی فرد برای به کار بردن هر دو فعالیت مورد استفاده قرار می‌گیرد. فرضیه دیگر این است که فرد منابع باقی‌مانده را به فعالیت دوم اختصاص می‌دهد، هرچند که روشی برای اندازه‌گیری منبع اختصاص‌یافته به هر فعالیت وجود ندارد.^[۱۳]

منابع شناختی افراد برای پردازش‌های مختلف محدود است. فعالیت‌های پیچیده‌تر نیازمند پردازش‌های پیچیده‌تر هستند. زمانی که چند فعالیت مختلف به صورت هم‌زمان به کار برده شود، تخصیص توجه به آنها بر اساس ترتیب انجامشان صورت می‌گیرد. در فعالیت‌های دوگانه هرچقدر دشواری فعالیت اولیه افزایش یابد، منابع شناختی بیشتری مورد نیاز است تا فعالیت اولیه با موفقیت انجام شود و منابع کمتری برای فعالیت ثانویه باقی می‌ماند و زمانی که منابع شناختی دخیل در بررسی فعالیت دوم کاهش می‌یابد، عملکرد فرد در انجام آن فعالیت هم کاهش می‌یابد.^[۱]

عملکرد فرد در یادآوری کلمات به این صورت بررسی می‌شود که لغات یا جملات موجود در یک لیست برای فرد خوانده می‌شود و از او خواسته می‌شود که کلمه اصلی را به خاطر بسپارد و به صورت مکرر از فرد خواسته می‌شود که کلمه کلیدی را به خاطر بیاورد. توانایی پاسخ‌گویی فرد به محرک‌های گفتاری همراه با یادآوری محرک کلیدی در شرایط مختلف با میزان دشواری متفاوت مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این فعالیت‌ها با افزایش میزان سختی منابع شناختی بیشتری برای انجام آن تخصیص می‌یابد. هرچقدر تعداد لغات کلیدی که به یاد آورده می‌شود، کمتر باشد به این معنی است که میزان تلاش شنیداری بیشتر است.^[۲] Down و همکاران (۱۹۸۲) با استفاده از Dual Task Paradigm به تلفیق بازشناسی گفتار به عنوان فعالیت اولیه و زمان پاسخ‌دهی بینایی به عنوان فعالیت ثانویه برای بررسی تاثیر سمعک روی تلاش شنیداری پرداخت. نتایج مطالعه نشان داد که میزان بازشناسی گفتار و زمان پاسخ‌دهی بینایی با استفاده از سمعک بهبود می‌یابد و پاسخ‌دهی بینایی سریع‌تر صورت می‌گیرد.^[۷] در مطالعه Hallgren و همکاران (۲۰۰۵) هم مشاهده شد که استفاده از سمعک میزان تلاش شنیداری را کاهش می‌دهد. در مطالعه Picou و همکاران (۲۰۱۳) با استفاده از Dual Task Paradigm مشاهده شد که استفاده از سمعک منجر به تغییرات قابل توجهی در میزان تلاش شنیداری می‌شود و عملکرد حافظه کاری هم با آن تلفیق می‌شود.^[۱۴]

اندازه‌گیری رفتاری خستگی شنیداری

از نظر رفتاری، خستگی ذهنی به صورت آرام شدن یا کاهش عملکردهای شناختی برای تمرکز یا طولانی شدن تلاش ذهنی تعریف می‌شود. این کاهش معمولاً از طریق فعالیت‌هایی که فرد تمرکزش را برای یک مدت زمان طولانی حفظ می‌کند، کشف می‌شود. در مطالعه Hornsby و همکاران (۲۰۱۳) از گزارش فرد و اندازه‌گیری رفتاری تلاش شنیداری و خستگی شنیداری در انجام یک فعالیت دوگانه در افراد دارای افت شنوایی استفاده شد. تمایز گفتار به عنوان اولین فعالیت و ارائه پاسخ بینایی و یادآوری لغات به عنوان فعالیت ثانویه مورد استفاده قرار گرفت. میزان تلاش شنیداری از طریق محاسبه میانگین پاسخ بینایی و عملکرد یادآوری لغات در موقعیت‌های تقویت‌شده و تقویت‌نشده محاسبه شد. میزان خستگی شنیداری از طریق افزایش نسبی در زمان پاسخ‌گویی به محرک‌های بینایی (یعنی آرام شدن پاسخ‌دهی) در طول هر یک ساعت تقویت و عدم تقویت. میزان تلاش شنیداری (میانگین زمان پاسخ بینایی و عملکرد یادآوری لغات) و خستگی ذهنی (آرام شدن زمان پاسخ در طول هر ثبت) در مواردی که تقویت صورت گرفته بود، کاهش یافت که این قضیه بیانگر افزایش تلاش شنیداری در نتیجه خستگی شنیداری در موقعیت‌های بدون تقویت شنیداری است. همچنین Hornsby (۲۰۱۳) بیان کرد که گزارش فرد و اندازه‌گیری رفتاری از میزان خستگی شنیداری بیانگر دو جنبه منحصر به فرد است. احتمال دیگر این است که گزارش فرد از خستگی شنیداری به واسطه نظرات شخصی آنها تحت تاثیر قرار می‌گیرد؛ به عنوان مثال تفاوت‌های شخصی در آستانه خستگی شنیداری یا در تفسیر سوالات مربوط به خستگی وجود داشته باشد.^[۱۵]

اندازه‌گیری فیزیولوژیک تلاش شنیداری

اندازه‌گیری فیزیولوژیک به معنای ثبت تغییرات در فعالیت سیستم عصبی اتونومیک و مرکزی در طول عملکرد است. تغییرات مربوط به تلاش شنیداری در فعالیت سیستم عصبی مرکزی از طریق بررسی متابولیسم مغز و جریان خون (fMRI و PET^{۲۳})، بررسی فعالیت امواج مغزی (EEG^{۲۴}) و ثبت پتانسیل‌های وابسته به رخداد (ERP^{۲۵}) مورد بررسی قرار می‌گیرد. فعالیت سیستم عصبی خودکار برای بررسی تغییرات تلاش شنیداری مورد بررسی قرار می‌گیرد. این بررسی از طریق بررسی میزان هدایت پوست و تغییرات اندازه مردمک صورت می‌گیرد. این تجارب به صورت معمول شامل فعالیت‌های رفتاری در موقعیت‌هایی است که میزان سختی آنها متفاوت است.^[۵]

این روش نسبت به گزارش فرد و اندازه‌گیری رفتاری میزان تلاش شنیداری مزیت‌هایی دارد. در این روش ثبت پاسخ نیازی به همکاری فرد نیست و به صورت ممتد می‌توان پاسخ را ثبت کرد. ثبت ممتد پاسخ می‌تواند هر تغییر کوچکی که در میزان تلاش شنیداری در طول

²³ Positron Emission Tomography

²⁴ Electroencephalography

²⁵ Event Related Potential

زمان ایجاد می‌شود را مشخص کند. با توجه به نوع فعالیت، پاسخ فیزیولوژیک می‌تواند بیانگر تغییر در عملکرد سیستم مرکزی یا خودکار باشد.^[۳]

fMRI

یک روش تصویربرداری عصبی است که اطلاعاتی را پیرامون فعالیت‌های مغزی از طریق بررسی تغییرات متابولیک فعالیت‌های عصبی و تغییرات ناشی از سطح اکسیژن خون فراهم می‌کند. این روش به بررسی نقش توجه در محیط‌های شنیداری نیازمند تلاش می‌پردازد. Wild و همکاران (۲۰۱۲) از fMRI برای مقایسه پردازش Noise-vocoded در مقایسه با محرک جمله کامل پرداختند. افزایش فعالیت در گیروس فرونتال تحتانی سمت چپ در زمانی که از شرکت‌کنندگان خواسته شد به گفتار زوال‌یافته توجه کنند، در مقایسه با گفتار واضح مشاهده شد که بیانگر جریان تلاش مورد نیاز در فعالیت‌های شنیداری چالش‌برانگیز است.^[۱۶]

با وجود انجام مطالعات فوق، هنوز هم مشخص نیست که این فعال‌سازی با نوع تلاش ذهنی در فعالیت‌های روزانه افراد دارای افت شنوایی رابطه‌ای وجود دارد یا خیر.

مطالعات دیگر در افراد دارای افت شنوایی در محیط‌های واقعی شنیداری بیانگر افزایش فعالیت فرونتال است که بیانگر تلاش شنیداری است.^[۱۵]

الکتروانسفالوگرافی (EEG)

EEG قشری شامل اندازه‌گیری تغییرات پتانسیل الکتریکی مربوط به فعالیت‌های عصبی از طریق تعدادی الکترود است که به صورت مستقیم روی جمجمه قرار می‌گیرد. دسته‌بندی امواج EEG بر اساس فرکانس آنها انجام می‌شود. امواج کمتر از ۴ هرتز، دلتا نامیده می‌شود، امواج ۴-۸ هرتز، تتا و امواج ۸-۱۲ هرتز، آلفا، ۳۰-۱۴ هرتز بتا و بیشتر از ۴۰ هرتز گاما نامیده می‌شود. در مطالعات گذشته عملکرد هر یک از باندهای فرکانسی برای تعیین عملکرد شناختی مخصوص آن باند مورد بررسی قرار گرفت؛ به عنوان مثال فعالیت تتا بیانگر پردازش حافظه و فعالیت بتا بیانگر پاسخ‌های حرکتی است. فعالیت آلفا در زمینه پردازش گفتار در محیط‌های نامناسب شنیداری است که منجر به مهار عملکردی در محیط‌های شنیداری نیازمند تلاش می‌شود (یعنی ساپرس کردن فعالیت در قسمت‌هایی از مغز که از نظر عملکردی در پردازش محرک دخیل نیستند). Obleser و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی بار حافظه و کاهش محرک شنیداری (با استفاده از روش Noise Vocoding) در یک فعالیت مربوط به حافظه کاری پرداختند. از شرکت‌کنندگان خواسته شد پاسخ‌هایی مبنی بر اینکه آیا یک عدد مشخص در طول زنجیره‌ای از اعداد ارائه شده است یا خیر را اعلام کنند. افزایش قدرت آلفا در طول دوره یادآوری در لب پریتال، سینگولیت، سوپرامارینال و کرتکس تمپورال فوقانی برای هر دو مورد افزایش بار حافظه و موقعیت‌هایی که محرک شنیداری دچار تغییرات شده است، مشاهده می‌شود. Obleser و همکاران پیشنهاد کردند که قدرت آلفا بیانگر افزایش تلاش شنیداری در موقعیت‌های دشوار است که به صورت معمول توسط افراد مبتلا به افت شنوایی تجربه می‌شود.^[۱۷] در مطالعه Kotz و Obleser (۲۰۱۱) با استفاده از محرک‌های گفتاری که از نظر طیفی تغییراتی در آنها ایجاد شده است (degrade)، پیک‌های اولیه و افزایش دامنه موج N1 در ERP (یک پتانسیل با پلاریته منفی، ۱۰۰ میلی‌ثانیه بعد از شروع محرک رخ می‌دهد) زمانی که پردازش گفتار تغییر یافته انجام می‌شد نسبت به زمانی که تغییرات آن کمتر است، دیده شد که تفسیر آن افزایش تلاش عصبی برای رمزگزاری گفتار تغییر یافته است. سایر محققان به بررسی هم‌زمانی فازی اجزای N1 پرداختند. هم‌زمانی فازی به معنای این است که چگونه یک سویپ در یک موقعیت خاص در بین ثبت‌های متوالی دارای قفل زمانی می‌شود.^[۱۸] Bernarding و همکاران (۲۰۱۲) میزان سختی کشف سیلاب‌های شنیداری را به وسیله ارائه یک سیلاب هدف به صورت هم‌زمان با سیلاب‌هایی که صدای آنها مشابه است (موقعیت سخت) و سیلاب‌هایی که صدای آنها متفاوت است (سیلاب آسان)، دست‌کاری کردند. هم‌زمانی فازی موج N1 با افزایش سختی فعالیت مورد نظر، افزایش می‌یابد. این پدیده بیانگر افزایش تلاش شنیداری مورد نیاز برای انجام فعالیت‌های شنیداری چالش‌برانگیز است.

اندازه‌گیری EEG مارک‌کننده‌های زمانی دقیق از پردازش‌های ذهنی همراه با تفکیک زمانی در حد میلی‌ثانیه فراهم می‌کنند. اطلاعات مربوط به EEG مثل ویژگی‌های فازی و دامنه‌ای N1 ممکن است دیدگاهی نسبت به پردازش‌های شناختی (مثل توجه انتخابی به یک محرک خاص) داشته باشد که ممکن است منجر به ایجاد تلاش شنیداری شود، البته هنوز مشخص نیست که آیا این مارک‌کننده می‌تواند اطلاعاتی در مورد نوع تلاش ذهنی به‌کاربرده‌شده در تجربه‌های مزمن خستگی در افراد مبتلا به افت شنوایی بدهد یا خیر. برای برقراری این ارتباط بهتر است به تغییرات طیفی یا زمانی در محدوده زمانی که خستگی ایجاد می‌شود (بر حسب دقیقه یا ساعت) توجه شود.^[۱۹]

اندازه موج آلفا در موقعیت‌هایی با پهنای باند کمتر، بزرگتر است. (Mc Mahon 2016) در این مطالعه از جملات مشابه با نویز زمینه همهمه‌ای چهار گوینده‌ای استفاده می‌شود.

در مطالعاتی ممکن است نتایج متفاوتی به دست آمده باشد. در این مطالعات از محرک‌های زبانی با پیچیدگی کمتر استفاده می‌شود که نشان می‌دهد کاهش کیفیت اکوستیکی میزان آلفا را افزایش می‌دهد.

جملاتی که از نظر طیفی کاهش می‌یابد، شبکه آلفا را به نحو متفاوتی تحت تاثیر قرار می‌دهد که این مسئله به دلیل افزایش پیچیدگی‌های زبانی است.^[۲۰]

اندازه مردمک^{۲۶}

تغییر در اندازه مردمک چشم به واسطه فعالیت ماهیچه‌های عنبیه کنترل می‌شود. اندازه مردمک به عنوان یک پاسخ انطباقی به تغییرات محیطی مثل نور محیط تغییر می‌کند، هرچند که تغییر در اندازه مردمک با تغییر در میزان بار ذهنی هم صورت می‌گیرد. اگرچه اندازه مردمک بیانگر فعالیت ساختارهای تحت قشری *lucuscoeruleus* است، اما به واسطه توجه، استرس و حافظه هم تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در مطالعه Zekveld و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی دو گروه مبتلا به افت شنوایی و همتایان دارای شنوایی هنجار، در افراد دارای افت شنوایی اندازه مردمک در فعالیت‌های شنیداری از دشوار به آسان نسبت به افراد هنجار تغییرات کمتری داشت که بیانگر رهایی کمتر از خستگی در این افراد است.

تفسیر تغییر اندازه مردمک در گروه‌های مختلف کار راحتی نیست. در افراد دارای سن بیشتر اندازه مردمک کوچکتر است که می‌تواند نتایج مطالعات را تحت تاثیر قرار دهد. در کودکان اندازه مردمک بزرگتر است که بیانگر سطوح بالاتر برانگیختگی نسبت به بزرگسالان است. در بعضی از مطالعات برای حل این مشکل به هنجارسازی اندازه‌ها پرداختند تا به وسیله آن مقایسه بین گروه‌ها ممکن شود.^[۲۱-۲۳]

تغییر در اندازه مردمک، تحت کنترل فیزیولوژیک سیستم نوراپینفرین است. در کدگذاری جمله، زمانی که عملکرد پایین‌تری وجود دارد (مثلاً وقتی که آستانه بازشناسی گفتار ۵۰ درصد باشد) نسبت به زمانی که عملکرد در سطح بالاتری است (مثلاً آستانه بازشناسی گفتار ۸۴ درصد باشد) اندازه مردمک بزرگتر است. علاوه بر تغییر نسبت سیگنال به نویز، به کارگیری محرک‌های دیگر هم می‌تواند در اندازه مردمک موثر باشد. مثلاً اندازه مردمک زمانی که نویز پوششی تک‌گوینده‌ای^{۲۷} نسبت به زمانی که نویز نوسانی^{۲۸} وجود دارد، بزرگتر است. تغییر دشواری هدف در فعالیت‌های زبانی و سختی جملات روی اندازه مردمک تاثیر می‌گذارد.^[۲۰]

میزان هدایت پوست^{۲۹}:

اندازه‌گیری میزان هدایت پوست از طریق بررسی میزان رطوبت روی سطح پوست انجام می‌شود. در این روش ظرفیت پوست برای عبور یک محرک الکتریکی مورد بررسی قرار می‌گیرد. اندازه‌گیری آنها از طریق غدد عرقی که به صورت عمده در کف دست یا پا قرار دارد، صورت می‌گیرد. میزان رطوبت تولیدشده به واسطه این غدد توسط سیستم سمپاتیک و پاراسمپاتیک تحت تاثیر قرار می‌گیرد. در مطالعه Mackersie و همکاران (۲۰۱۱) آزمون دایکوتیک دیجیتال در بزرگسالان دارای شنوایی هنجار انجام شد. میزان سختی آزمون با تغییر در تعداد اعداد یادآوری شده و ارائه یک گوشی یا دو گوشی اعداد تعیین شد و در حین انجام این فعالیت‌ها میزان هدایت پوست اندازه‌گیری شد. میزان دقت در پاسخ‌دهی در همه موقعیت‌ها یکسان بود، اما میزان هدایت پوست در شرایط شنیداری متوسط و دشوار بیشتر بود. در ۶۰ درصد از شرکت‌کنندگان میزان هدایت پوست از سطوح ساده شنیداری به سطوح متوسط و بالا تغییر کرد و همچنین در بررسی ارتباط بین تغییر در میزان هدایت پوست و گزارش فرد از خستگی شنیداری ارتباط قابل توجهی مشاهده شد. در این مطالعه روش‌های اندازه‌گیری فیزیولوژیک دیگری هم مورد استفاده قرار گرفت (بررسی میزان دمای پوست، بررسی میزان فعالیت ماهیچه فرونتالیس و میزان ضربان قلب).^[۲۴]

اندازه‌گیری فیزیولوژیک خستگی

تاکنون فقط یک مطالعه در زمینه بررسی خستگی شنیداری با استفاده از تکنیک‌های فیزیولوژیک انجام شده است. Hicks and Tharpe در سال ۲۰۰۲ به بررسی میزان کورتیزول به عنوان نشانگر میزان خستگی در کودکان دارای شنوایی هنجار و کودکان مبتلا به افت شنوایی پرداختند. کورتیزول یک هورمون مترشحه از غدد فوق کلیه است که در پاسخ به محرک‌های استرس‌زا تولید می‌شود و میزان آن با اندازه‌گیری نمونه‌های بزاقی مشخص می‌شود. میزان بالای کورتیزول بیانگر استرس و مقدار کم آن بیانگر خستگی است.^[۲۵] زمانی که یک موقعیت استرس‌زا رخ می‌دهد، هیپوتالاموس فعال می‌شود و مجموعه‌ای از وقایع رخ می‌دهد و در نهایت منجر به ترشح کورتیزول می‌شود. کورتیزول نوعی استروئید است که با افزایش قند خون منجر به افزایش انرژی بدن می‌شود.^[۳]

با توجه به تعدد روش‌های اندازه‌گیری میزان خستگی شنیداری، هنوز توافقی برای تعیین بهترین روش اندازه‌گیری وجود ندارد و با توجه به شرایط، هر یک از این روش‌ها می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

با توجه به زمان طولانی انجام تست‌ها و نیاز آنها به تجهیزات خاص، استفاده از آنها در تست‌های رایج شنوایی که به صورت معمول انجام می‌شود، امکان‌پذیر نیست.^[۲]

²⁶ Pupilometry

²⁷ Single Talker Masker Noise

²⁸ Fluctuating

²⁹ Skin Conductance

نتیجه‌گیری

با توجه به کمبود مطالعات انجام شده در زمینه تلاش شنیداری و خستگی شنیداری، انجام مطالعات بیشتر و بررسی‌های دقیق‌تر پیرامون ماهیت این مفاهیم، روش‌های اندازه‌گیری و مدیریت این مشکل از اهمیت فراوانی برخوردار است. توجه به این مفهوم خصوصا در شرایط دشوار شنیداری حائز اهمیت است، زیرا می‌تواند روی سایر فعالیت‌های شناختی تاثیر بگذارد و منجر به احساس خستگی و استرس در بیماران شود و کیفیت زندگی آنها را تحت تاثیر قرار دهد.

منابع

1. Johnson J, Xu J, Cox R, Pendergraft P. A comparison of two methods for measuring listening effort as part of an audiologic test battery. *American journal of audiology*. 2015;24(3):419-31.
2. McGarrigle R, Munro KJ, Dawes P, Stewart AJ, Moore DR, Barry JG, et al. Listening effort and fatigue: What exactly are we measuring? A British Society of Audiology Cognition in Hearing Special Interest Group 'white paper'. *International journal of audiology*. 2014;53(7):433-40.
3. Bess FH, Hornsby BW. Commentary: Listening can be exhausting—Fatigue in children and adults with hearing loss. *Ear and hearing*. 2014;35(6):592.
4. Degeest S, Keppler H, Corthals P. The effect of age on listening effort. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2015;58(5):1592-600.
5. McGarrigle R, Munro KJ, Dawes P, Stewart AJ, Moore DR, Barry JG, et al. Listening effort and fatigue: What exactly are we measuring? A British Society of Audiology Cognition in Hearing Special Interest Group 'white paper'. *International journal of audiology*. 2014.
6. Herbig R. Reducing Listening Effort via primax Hearing Technology.
7. Dawes P, Munro KJ, Kalluri S, Edwards B. Acclimatization to hearing aids. *Ear and hearing*. 2014;35(2):203-12.
8. Van Esch TE, Kollmeier B, Vormann M, Lyzenga J, Houtgast T, Hällgren M, et al. Evaluation of the preliminary auditory profile test battery in an international multi-centre study. *International journal of audiology*. 2013;52(5):305-21.
9. Larsby B, Hällgren M, Lyxell B, Arlinger S. Cognitive performance and perceived effort in speech processing tasks: effects of different noise backgrounds in normal-hearing and hearing-impaired subjects. *Desempeño cognitivo y percepción del esfuerzo en tareas de procesamiento del lenguaje: Efectos de las diferentes condiciones de fondo en sujetos normales e hipoacúsicos*. *International Journal of Audiology*. 2005;44(3):131-43.
10. Nachtegaal J, Kuik DJ, Anema JR, Goverts ST, Festen JM, Kramer SE. Hearing status, need for recovery after work, and psychosocial work characteristics: Results from an internet-based national survey on hearing. *International Journal of Audiology*. 2009;48(10):684-91.
11. Houben R, van Doorn-Bierman M, Dreschler WA. Using response time to speech as a measure for listening effort. *International journal of audiology*. 2013;52(11):753-61.
12. MacPherson A, Akeroyd MA, editors. The Glasgow Monitoring of Uninterrupted Speech Task (GMUST): A naturalistic measure of speech intelligibility in noise. *Proceedings of Meetings on Acoustics ICA2013*; 2013: ASA.
13. Kahneman D. *Attention and effort*: Citeseer. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.[Google Scholar]; 1973.
14. Picou EM, Ricketts TA, Hornsby BW. Visual cues and listening effort: Individual variability. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2011;54(5):1416-30.
15. Hornsby BW. The effects of hearing aid use on listening effort and mental fatigue associated with sustained speech processing demands. *Ear and Hearing*. 2013;34(5):523-34.
16. Wild CJ, Yusuf A, Wilson DE, Peelle JE, Davis MH, Johnsrude IS. Effortful listening: the processing of degraded speech depends critically on attention. *Journal of Neuroscience*. 2012;32(40):14010-21.
17. Obleser J, Wöstmann M, Hellbernd N, Wilsch A, Maess B. Adverse listening conditions and memory load drive a common alpha oscillatory network. *Journal of Neuroscience*. 2012;32(36):12376-83.
18. Obleser J, Kotz SA. Multiple brain signatures of integration in the comprehension of degraded speech. *Neuroimage*. 2011;55(2):713-23.
19. Bernarding C, Strauss DJ, Hannemann R, Seidler H, Corona-Strauss FI. Neural correlates of listening effort related factors: influence of age and hearing impairment. *Brain Research Bulletin*. 2013;91:21-30.
20. Miles K, McMahan C, Boisvert I, Ibrahim R, de Lissa P, Graham P, et al. Objective Assessment of Listening Effort: Coregistration of Pupillometry and EEG. *Trends in hearing*. 2017;21:2331216517706396.

21. Zekveld AA, Kramer SE, Festen JM. Pupil response as an indication of effortful listening: The influence of sentence intelligibility. *Ear and hearing*. 2010;31(4):480-90.
22. Heitz RP, Schrock JC, Payne TW, Engle RW. Effects of incentive on working memory capacity: Behavioral and pupillometric data. *Psychophysiology*. 2008;45(1):119-29.
23. Van der Wel P, van Steenbergen H. Pupil dilation as an index of effort in cognitive control tasks: A review. *Psychonomic bulletin & review*. 2018:1-11.
24. Mackersie CL, Cones H. Subjective and psychophysiological indexes of listening effort in a competing-talker task. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2011;22(2):113-22.
25. Hicks CB, Tharpe AM. Listening effort and fatigue in school-age children with and without hearing loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*. 2002;45(3):573-84.