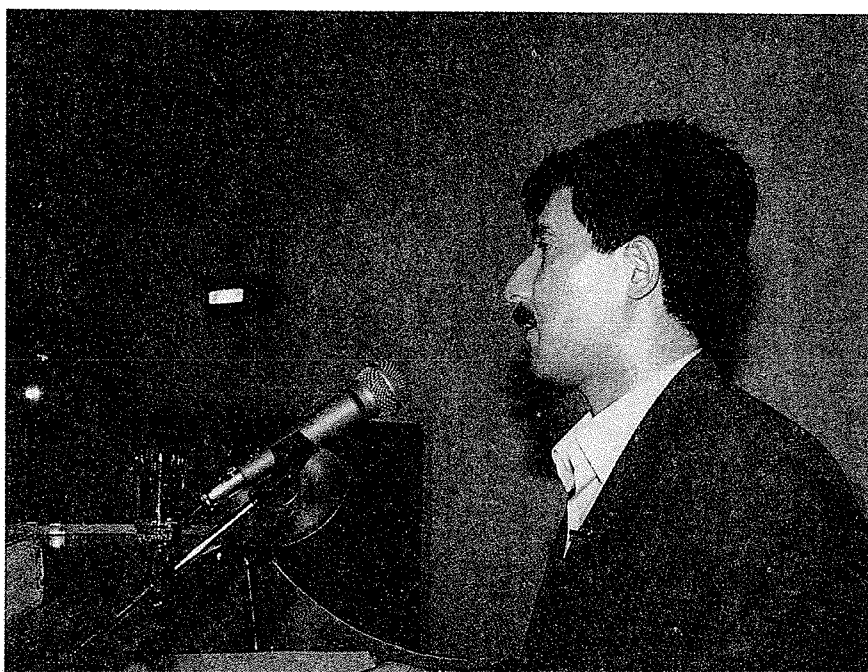


# صدا و تغییرات بیوشیمیایی دستگاه شنوایی



قاسم محمد خانی

عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی تهران

نهایی تغییراتی در هسته سلولی از جمله کاهش وضوح گرانولهای کروماتین هسته‌ها، تورم، ضخیم شدن و آتروفی هسته‌ای مشاهده می‌شود. کاهش RNA به دنبال اصوات متناوب بیش از اصوات یکنواخت است. سنتز DNA بلافاصله پس از قرار گرفتن در معرض صدا به طور موقت در عضو کرتی افزایش می‌یابد. پس از آن به مدت چهارده روز سنتز DNA کاهش می‌یابد و سپس به حالت طبیعی برمی‌گردد. Beck و Holz (۱۹۶۵) متعاقب قرار گرفتن در معرض صدا پروتئین جدیدی با وزن مولکولی پایین در پری لنف مشاهده کردند که به نظر می‌رسد گاما گلوبولین

است زمان لازم برای بهبودی ضایعات ناشی از صدای گوش داخلی به وسعت ضایعه بستگی دارد.

## سنتز پروتئین و اسید نوکلئیک

اکثر محققین گزارش کرده‌اند که به دنبال ضربه صوتی RNA و DNA در سلولهای مویی خارجی و سلولهای عقده‌ای کاهش می‌یابد. با قرار گرفتن در معرض صدای شدید، سطح پروتئین و RNA ابتدا در سیتوپلاسم سلولهای مویی خارجی و سپس در سیتوپلاسم سلولهای مویی داخلی کاهش می‌یابد. به دنبال آن واکنشهایی در داخل سیتوپلاسم تشکیل می‌شود. در مرحله

در آنالیز بیوشیمیایی حلزون با سیستم بسیار کوچک، ظریف و پیچیده‌ای مواجه‌ایم که شامل انواع مختلفی از سلولهاست و هر کدام پاسخ متفاوتی به ضایعه دارند. آگاهی از پدیده‌های مولکولی ناشی از قرار گرفتن در معرض صدا، اساس فهم پاتوژنز NIHL است. زیرا بدون شک تغییرات مولکولی قبل از تغییرات قابل مشاهده ساختمانی پدیدار می‌شوند. از این رو مراحل قابل برگشت NIHL عمدتاً با تغییرات مولکولی بهتر قابل ردیابی است تا تغییرات ساختمانی. هرگونه دارودرمانی برای پیشگیری یا به حداقل رساندن آسیب ناشی از صدا براساس علم فرآیند مولکولی است. بدیهی

باشد. Schiebe افزایش کمی در سطح پروتئین پری لئف متعاقب قرار گرفتن در معرض صدای شدید گزارش کرد. مطالعات بیوشیمیایی و مرفولوژیک سلولهای مویی نشان می دهد که حد تغییرات قابل برگشت به دنبال قرار گرفتن در معرض صدایی با شدت 130 dB به مدت سه دقیقه، 120 dB به مدت ده دقیقه و 110 dB به مدت نود دقیقه می باشد.

### آنزیمهای بافتهای حلزونی

محققین بسیاری به اختلال آنزیمهای تنفسی میتوکندری اشاره کرده اند. تحریک صوتی با کاهش فعالیت آنزیمهایی که در روند تولید انرژی شرکت دارند منجر به کاهش سنتز انرژی (برای مثال ATP) می شود. بنابراین می توان تخریب سلولهای حساسه را به نارسایی تولید انرژی نسبت داد. در شرایط طبیعی فعالیت آنزیمی سوکسینات دهیدروژناز در نوار عروقی و لیگامان ماریچی شدیدتر است. فعالیت آنزیمی لاکتات دهیدروژناز در سلولهای مویی بیشتر و در نوار عروقی و لیگامان ماریچی کمتر است. گرچه با قرار گرفتن در معرض صدا میزان سوکسینات دهیدروژناز در سلولهای مویی کاهش می یابد لیکن تغییرات کمی در فعالیت لاکتات دهیدروژناز مشاهده می شود. این نکته نشان می دهد هنگامی که متابولیسم هوازی ضایعه می بیند، متابولیسم بی هوازی

به عنوان مکمل انرژی مورد نیاز سلولهای مویی را تأمین می کند.

فعالیت استیل کولین استراز اندام کورتی نیز به دنبال قرار گرفتن در معرض صدا کاهش می یابد. در یک بررسی فعالیت آنزیمی سوکسینات دهیدروژناز و فسفریلاز مورد مطالعه قرار گرفت. با قرار گرفتن در معرض صدایی با شدت 100 dB به مدت 3 ساعت فعالیت سوکسینات دهیدروژناز شروع به کاهش نمود. با قرار گرفتن در معرض صدا به مدت 24 ساعت فعالیت آنزیمی در برخی از سلولهای مویی خارجی کاملاً ناپدید شد. لیکن پس از 24 ساعت قرار گرفتن در معرض صدا فعالیت آنزیمی فسفریلاز تغییر قابل توجهی نکرد. همچنین مشاهده شد سلولهای مویی خارجی ردیف های اول و دوم نسبت به ردیف سوم حساستر است و سلولهای مویی خارجی پیچ قاعده ای زودتر آسیب می بیند ولی سلولهای مویی داخلی کمتر آسیب پذیر است.

Nakamura (1964) الگوی از کاهش فعالیت بسیاری از آنزیمها نظیر سوکسینات دهیدروژناز و دی فسفات نیکوتین آمید را گزارش کرد. طبق گزارش وی فعالیت سوکسینات دهیدروژناز بلافاصله پس از ارائه صدای شدید (120 dB) به مدت 30 دقیقه بالا رفته و پس از 24 ساعت به حداکثر خود می رسد. با ارائه همان صدا به مدت 2 ساعت افزایش اولیه سوکسینات دهیدروژناز مشاهده نمی شود لیکن فعالیت

آنزیمی تا 7 روز پس از قرار گرفتن در معرض صدا کاهش می یابد و پس از آن علائمی مبنی بر بهبودی مشاهده نمی گردد. از این یافته می توان نتیجه گرفت که مقدار سوکسینات دهیدروژناز که در فعالیت متابولیک عضو کورتی شرکت دارند، بلافاصله پس از تحریک به صورت گذرا افزایش می یابد، سپس مرحله کاهش را در پیش می گیرد اگر این روند قابل برگشت باشد، به طور آهسته به سطح اولیه برمی گردد، لیکن اگر این روند غیرقابل برگشت باشد سطح فعالیت آنزیمی به کاهش خود ادامه می دهد و در عین حال اندام کورتی ضایعه برگشت ناپذیری متحمل می شود.

Ishide (1978) بانزده ساعت پس از قرار گرفتن در معرض صدای شدید، افزایشی در فعالیت لاکتات دهیدروژناز پری لئف گزارش کرد. به تصور او این امر ممکن است ناشی از نشت لاکتات دهیدروژناز از سلولهای مویی باشد.

Gung (1986) تجمع پروستاگلاندین ( $6\text{-Keta-PGF}\ \alpha$ ) را در پری لئف به دنبال قرار گرفتن در معرض صدا گزارش کرد. افزایش پروستاگلاندین پری لئف پس از ضربه صوتی در موارد P.T.S (کم شنوایی دائمی ناشی از صدا) پنج برابر سطوح طبیعی است. در موارد T.T.S (کم شنوایی موقت ناشی از صدا) به مدت دوازده ساعت سطح پروستاگلاندین چهار برابر مقدار طبیعی بوده و سپس سطح آن در طول هفت روز به میزان

گزارش کرد. از طرف دیگر براساس یافته‌های Kimura و همکارانش (۱۹۶۲) با قرار گرفتن در معرض صدا کاهش قابل ملاحظه‌ای در پتانسیل میکروفونی حلزون مشاهده شده است. همچنین هنگام قرار گرفتن در معرض صدایی که به قدر کافی برای کاهش یا تغییر دائم پتانسیل میکروفونی حلزونی شدید باشد، افزایش میزان جریان خون در عروق استریاواسکولاریس مشاهده شده است. علت افزایش جریان خون را می‌توان به افزایش موضعی دی‌اکسید کربن ناشی از افزایش متابولیسم نسبت داد.

### گلیکوزن

از آنجا که اندام کرتی دورتر از نسج خون است، تصور این نکته منطقی است که گلیکولیز بی‌هوازی به‌عنوان منبع اصلی انرژی نقش مهمی در متابولیسم اندام کرتی داشته باشد. اکثر محققین توزیع گلیکوزن گوش داخلی را مطالعه کرده‌اند.

Ishida (۱۹۶۴) با مطالعه الگوی توزیع گلیکوزن نشان داد به‌دنبال فرار گرفتن در معرض صدای شدید گرانولهای گلیکوزن در طول ۱۲ تا ۲۴ ساعت کاهش می‌یابد و پس از آن به حالت طبیعی برمی‌گردد. نتایج مطالعات به‌عمل آمده نشان می‌دهد، آزاد شدن انرژی شیمیایی به‌دنبال تحریک صوتی و استقرار مجدد گلیکوزن در ذخایر خالی شده بوسیله گلیکوزینز نشان‌دهنده گلیکوزن به‌عنوان منبع اصلی انرژی در سلولهای مویی است.

### تغییرات یونی

Nakashima و همکارانش (۱۹۷۰)

می‌اندازد.

Misrahy (۱۹۵۸) گزارش کرد که به دنبال ضربه صوتی اکسیژن آندولنف کاهش می‌یابد. تصور می‌شود میزان اکسیژن آندولنف به تولید اکسیژن توسط نوار عروقی و مصرف آن توسط سلولهای مویی بستگی دارد. از آنجا که تبدیل صوت در سلولهای مویی طی فرایندی صورت می‌گیرد که نیاز به انرژی دارد می‌توان تصور نمود که مصرف اکسیژن ممکن است به دلیل افزایش سطح صدا افزایش یابد. بنابراین کاهش اکسیژن در آندولنف دیده می‌شود.

Jansen (۱۹۶۷) انقباض عروقی محیطی را در پاسخ به صدا گزارش کرد. Schnider کاهش شدیدی در میزان وضوح و شفافیت پری‌لنف به‌دنبال قرار گرفتن در معرض صدا گزارش کرد.

Hawkins (۱۹۷۱) تغییرات عروقی بافت‌های گوش داخلی را به‌دنبال قرار گرفتن در معرض صدا مطالعه کرد. او شواهدی مبنی بر انقباض عروقی و کاهش مویرگ‌های لیگامان ماریچی بالای اتصال غشای رایسنر را به‌دنبال قرار گرفتن در معرض صدای شدید

طبیعی برمی‌گردد و بعد از یک ماه شنوایی طبیعی می‌شود. می‌توان تصور کرد که افزایش پروستاگلاندین در پری‌لنف ممکن است ناشی از ترشح آن از بافت‌های حلزونی باشد.

### تولید و مصرف اکسیژن

ارتباط بین هیپوکسی‌دوزیس و ضربه صوتی مورد مطالعه قرار گرفته است. Tondorf (۱۹۵۵) گزارش کرد که نارسایی اکسیژن در حد متوسط ممکن است عامل بالقوه تغییر دامنه پتانسیل میکروفونی حلزونی به‌دنبال قرار گرفتن در معرض صدای شدید باشد. همچنین مرحله بهبودی را تأخیر

گزارش کردند تحریک صوتی شدید موجب افزایش  $Na^+$  و کاهش  $K^+$  در آندولنف و کاهش  $Na^+$  و افزایش  $K^+$  در پری لنف اسکالاستیولی می شود. Bohne (۱۹۷۱) قطع یکپارچگی رتیکولارلامینا و آسیب اندام کورتی را به وسیله جریان یافتن آندولنف که پتاسیم بالایی دارد متعاقب تحریک صوتی شدید گزارش کرده است. مواد شیمیایی کمی گزارش شده که اثر سودمندی بر ضایعه عملکردی ناشی از صدا دارند.

Bohne (۱۹۷۶) تئوریهای آسیب گوش داخلی ناشی از صدا را به چهار گروه مکانیکال، متابولیک، تغییرات عروقی و تغییرات یونی خلاصه کرده است. به نظر او مکانیسم آخر محتملترین دلیل ضایعه است. پدیده‌های مولکولی بوجود آمده در

طول NIHL به چهار مرحله تقسیم شده است در جدول زیر تغییرات مرفولوژیک، فیزیولوژیک و مولکولی ناشی از NIHL به طور خلاصه در مراحل چهارگانه آمده است.

جدول ۱- تغییرات مولکولی اندام کورتی در کم شنوایی ناشی از صدا

مرحله	تغییرات مرفولوژیک	تغییرات فیزیولوژیک	تغییرات مولکولی
۱	طبیعی	طبیعی	تغییرات متابولیت، یونی و آنزیمی
۲	طبیعی یا ادم جزئی سلولهای موی و پایانه‌های آوران	TTS	تغییرات مولکولی نظیر نوروترنسمیترها، تغییر ماهیت پروتئین و فعال شدن مکانیسم ترمیم
۳	ضایعه دائمی استریوسیلیا و رتیکولارلامینا	PTS	تغییرات وسیع پروتئینی و لیپیدی، ادامه مکانیسم ترمیم و تغییرات ترانس نورال
۴	مرگ سلولی	PTS	سنتز آنزیم پرتولیتیک بازسازی؟ تغییرات ترانس نورال

### منابع

- 1- Dancer , A. L. et al. Noise Induced Hearing Loss 28-37 1992.
- 2- Paparella Otolaryngology 540-547 1991.